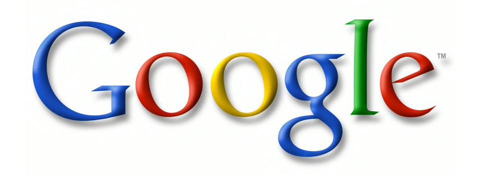
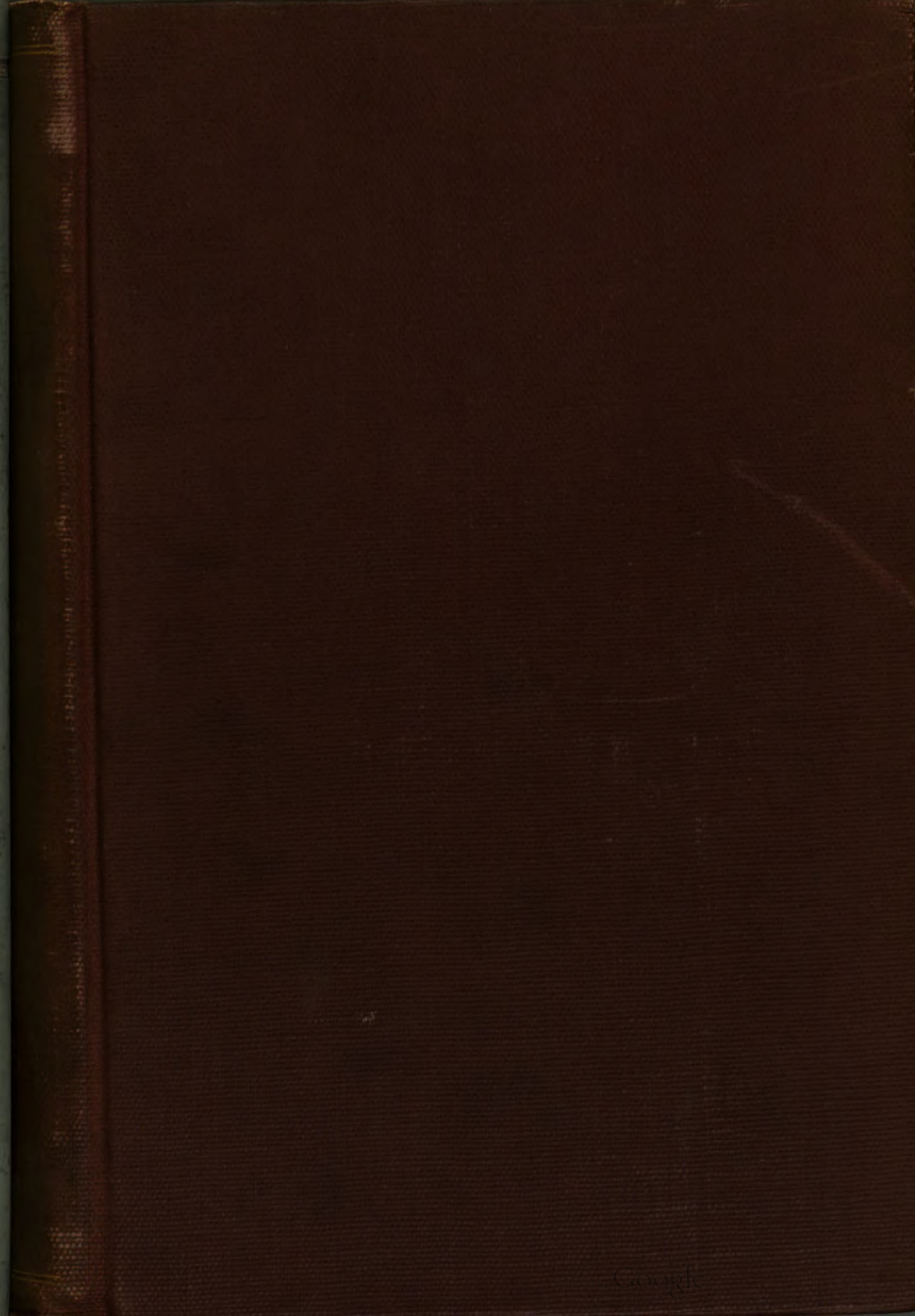





Q L366
A6
WARD'S
BINDINGS
JACKSONVILLE
ILLINOIS
Digitized by Goog







Archiv für Protistenkunde

Begründet von

Fritz Schaudinn

Herausgegeben von

Max Hartmann und **Adolf Pascher**
Berlin Prag

54. Band

Mit 86 Abbildungen im Text und 28 Tafeln



Jena
Verlag von Gustav Fischer
1926

Inhaltsübersicht.

Erstes Heft.

(Ausgegeben am 10. April 1926.)

Zweites Heft.

(Ausgegeben am 1. Mai 1926.)

Drittes Heft.

(Ausgegeben am 2. Juni 1926.)

Abhandlungen:

Besprechungen:

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Marburg.)

Untersuchungen über die Morphologie und Physiologie des *Stentor coeruleus*

mit besonderer Berücksichtigung seiner kontraktilen und konduktilen Elemente.

Von

Dr. med. et phil. **Klaas Dierks.**

(Hierzu 28 Textfiguren und Tafel 1—4.)

Inhaltsübersicht.

I. Einleitung.

Die Kenntnis der Peristom- und Mundverhältnisse von *Stentor coeruleus* blieb trotz häufiger und eingehender Untersuchungen unvollständig. Das Bestreben, diese Lücke in der *Stentor*-Morphologie nach Möglichkeit auszufüllen, gab Herrn Geh. Rat Korschelt Veranlassung, mich zu der vorliegenden Arbeit anzuregen. Im Laufe der Untersuchungen wurden außerdem feine morphologische Strukturen beobachtet, deren offenbar nicht geringe biologische Bedeutung mir eine eingehendere Beschreibung gerechtfertigt erscheinen ließ.

Für unerläßlich hielt ich eine ausreichende bildliche Darstellung des Gefundenen. Die Zeichnungen wurden von mir persönlich angefertigt, die Mikrophotogramme nach eigenen Präparaten mit freundlicher Unterstützung von Herrn Dr. Brammer hergestellt.

Die Physiologie des Tieres wurde soweit berücksichtigt, als sie zum Verständnis bestimmter anatomischer Erscheinungen von Bedeutung schien.

II. Material und Methoden.

Das Material zu den vorliegenden Untersuchungen stammt aus den Teichen des botanischen Gartens der Universität Marburg und den stehenden Gewässern der Umgebung.

Zur Konservierung dienten ZENKER's und FLEMMING's Gemisch. Die Schnittserien wurden in einer Dicke von 2 Mikron hergestellt. Zu ihrer Färbung wurde das Hämatoxylin-Eisen-Gemisch nach HEIDENHAIN und die MALLORY-Methode, eine Färbung, die in einer Beizung der Schnitte mit Phosphormolybdänsäure (nach Färbung mit Säurefuchsin) und einer Nachfärbung mit einem Gemisch von Anilinblau, Orange G, Oxalsäure und dest. Wasser besteht, benutzt.

III. Myoneme.

1. Allgemeine Betrachtungen über Protoplasma und Myoneme.

Unter der Fülle und Mannigfaltigkeit der Differenzierungserscheinungen bei *Stentor coeruleus* nehmen die Myoneme nicht den unwichtigsten Platz ein. Mit der Höhe seiner Organisation sind auch die physiologischen Leistungen dieses Infusorienkörpers höhere geworden. Und die Verknüpfung aller dieser Einzelfunktionen formt schon hier den Begriff der Individualität und betont, wenn auch noch bescheiden, den tierischen Charakter dieses Elementarorganismus.

Das Protoplasma ist kontraktil. Die Funktion des Myonems liegt in seiner Kontraktilität. Worin besteht nun aber trotz dieser physiologischen Homogenität der Unterschied beider und damit der Sinn und die biologische Bedeutung dieser spezifischen Differenzierung? — Das Protoplasma ist amorph, sein Derivat, das Myonem, ein Formelement. Darauf basiert zunächst die morphologische Verschiedenheit. Vermittelt somit das diffuse Kontraktionsvermögen des Protoplasma eine ungeordnete apolare Bewegung und wird diese durch seine fortgeschrittenere Differenzierung, durch das Myonem, zu einer polar und eindimensional orientierten, so liegt darin vielleicht der Sinn und die Bedeutung ihrer physiologischen Verschiedenheit. Die Konstanz der Bewegungsrichtung ist es, die das Myonem sichert. Und darauf begründet sich der funktionelle Unterschied von Myonem und Protoplasma schlechthin.



2. Historisches über *Stentor*-Myoneme und ihre biologische Bedeutung.

Die Entdeckung der *Stentor*-Myoneme fällt in das Jahr 1857 und ist verknüpft mit dem Namen Lieberkühn. Spätere Autoren, O. Schmidt (1864) und Simroth (1876) suchten sie vergeblich.

Forscher wie Ehrenberg (1838), O. Schmidt (1864) und Kölliker (1864) hielten irrtümlicherweise die Rippenstreifen des *Stentor* für Myoneme.

Erst im Jahre 1870 konnte Greeff die Lieberkühn'sche Ansicht durch seine Untersuchungen stützen. Spätere Arbeiten von Engelmann (1875), Wrzesniowski (1877), Maupas (1883), Brauer (1885) und Bütschli bestätigten die Lieberkühn'schen Angaben. Auch alle neueren Autoren treten für sie ein.

Die Existenz der Myoneme ventilierte die Frage nach der physiologischen Bewertung dieser Gebilde. Wenn auch heute die Kontraktilität, also die Muskelfunktion des Myonems erwiesen zu sein scheint, so hat es nicht an Stimmen gefehlt, die der Ansicht waren, den Lieberkühn'schen Längsfasern Stützfunktion zuschreiben oder sie als elastische Fibrillen deuten zu müssen. Die Möglichkeit einer derartigen Erklärung steht in Widerspruch mit allen Beobachtungen am lebenden Tier und kann daher nach kritischer Würdigung ohne Bedenken eliminiert werden. Auf weitere theoretische Erörterungen nach dieser Richtung glaube ich daher verzichten zu können.

Reich ist die Literatur an Vermutungen, die Myoneme a priori als Muskelfasern in Anspruch zu nehmen, arm aber an stichhaltigen Beweisen. Das hat seine Gründe. Auf sie möchte ich erst später eingehen. Hier seien zunächst in knappen Umrissen Beobachtungen skizziert, die vorwiegend am lebenden Objekt gewonnen wurden.

Stein glaubte den Infusorien Muskeln absprechen zu müssen. Verleitet dazu wurde er durch die Annahme, Muskeln setzten das Vorhandensein eines Nervensystems voraus; die Koexistenz beider Gebilde also sei prinzipieller Natur. Arbeiten von Kühne, die sich mit dem Problem der selbständigen Irritabilität der Muskelfaser befaßten und die Existenz von Nerven als notwendige Voraussetzung für die selbständige Erregbarkeit und Kontraktion der Muskelfasern in Abrede stellen, ließen Stein seine bisherige Ansicht revidieren und zu dem Schluß kommen, „die Infusorien werden daher wohl mit Muskeln versehen sein können, obgleich ihnen bestimmt Nerven ganz und gar abgehen“. Ob eine Behauptung, selbst wenn sie in

dieser bestimmten Form ausgesprochen wird, richtig ist, kann unmöglich a priori festgestellt werden; wie immer, sie muß bewiesen werden. Ich hoffe, das nächste Kapitel wird gerade in diesem Falle die Berechtigung dieser Forderung dartun.

Die muskulöse Natur der *Stentor*-Myoneme vertrat auch Ehrenberg. Im Innern von *Spongilla* beobachtete Lieberkühn einen parasitierenden *Stentor coeruleus*, dessen gleichförmige in der Richtung der Längsachse des Tieres scharf begrenzte Myoneme in der Ruhe etwas geschlängelt waren, während sie bei der Kontraktion gestreckte Form annahmen.

Johnson spricht sich ähnlich aus: „In the living *Stentor* the myonemes are hyaline, flexible and exceedingly contractile fibrils." An einer anderen Stelle sagt er: „It is exceedingly interesting to watch the action of these myonemes in a strongly-compressed *Stentor* as they alternately extend and contract; and no one who has once observed them under these conditions can doubt that they are responsible for the contractions of the animal."

Meine Untersuchungen können das bestätigen. In Übereinstimmung mit der Lieberkühn'schen Angabe sieht man die Myoneme bei der Kontraktion des Tieres bedeutend kürzer und dicker werden. Bei der Dilatation dagegen werden sie länger und schmäler. Engelmann kommt bei seinen Beobachtungen zu folgendem Schluß: „Es ist nach alledem kein Zweifel, daß man es hier mit reizbaren, echter Zuckungen fähigen Fibrillen zu tun hat und ebensowenig Zweifel, daß diese Fibrillen es sind, auf deren Verkürzung die Zuckungen des Leibes von *Stentor* beruhen."

Bei meinen Beobachtungen des lebenden Tieres fiel mir nicht selten ein Phänomen auf, das mir den ganzen Kontraktionsvorgang nicht unwesentlich zu komplizieren schien und dessen Deutung mir Schwierigkeiten bereitete.

An dem Hinterende des kontrahierten *Stentor* konnte ich wiederholt ein von der Norm abweichendes Verhalten der Myoneme feststellen. Wider Erwarten waren hier die kontraktilen Elemente nicht verdickt und verkürzt, wie es mir auf Grund anderer Beobachtungen selbstverständlich schien, sondern sie schienen nur passiv verlagert zu sein, d. h. sie waren stark wellig geschlängelt und scheinbar unverdickt. Das so kontrahiert vorgefundene Tier zog sich plötzlich zu meinem Erstaunen noch weiter zusammen. Erst diese „Superkontraktion" bewirkte dann die Geradstreckung und Dickenzunahme der Muskelfibrillen. Eine Deutung dieses merkwürdigen Verhaltens vermag ich nicht mit Sicherheit zu geben.

Zuhilfenahme und Durchsicht der Literatur ergaben, daß bereits Stein, Engelmann, Schmidt und Bütschli dieselbe Beobachtung machten, die Stein durch eine Abbildung illustrierte. Engelmann bringt dieses Phänomen in Zusammenhang mit dem Grad der Kontraktionsintensität. Bei nicht plötzlicher Zusammenziehung, sondern „bei langsamer und allmählicher, bleiben die Fibrillen auch bei intensiv kontrahiertem *Stentor* stark wellig geschlängelt und unverdickt". Weiteres Zusammenzucken ergab dieselben Bilder, die ich beobachtete. Gleiche Erfahrungen machte O. Schmidt, der mit Engelmann der Ansicht ist, die langsame Kontraktion gehe ohne Myonembeteiligung vor sich.

Ohne eine Erklärung seiner Versuche zu geben, schreibt Bütschli: „Meine Erfahrungen bestätigen die kontraktile Natur der Fibrillen des *Stentors* durchaus. Wird ein *Stentor* etwas gepreßt, wobei er sich stets mehr oder weniger kontrahiert, und die Myoneme, da die Ausstreckung des Thieres erschwert ist, bald die geschlängelte Form annehmen, so sieht man bei jedem genügend kräftigen Induktionsschlag sofort Geradstreckung, also Verkürzung und deutliche Verdickung der Fibrillen eintreten."

Die kontraktile Natur der Myoneme ist damit schwerlich zu bezweifeln. Es sind vielleicht die primitivsten Vertreter der Muskelfasern. So sagt W. J. Schmidt in seinem neu erschienenen Buch „Die Bausteine des Tierkörpers im polarisierten Lichte": „Mit den Myonemen der Protozoen begegnen uns zuerst kontraktile Fibrillen, d. h. faserige Bildungen, die sich unter Zunahme der Dicke verkürzen können."

Wenn es richtig ist, daß die langsame Kontraktion des *Stentor* ohne Myonembeteiligung vor sich geht, die rasche und kräftige aber ihre Existenz notwendig macht, so findet darin vielleicht das Kontraktionsvermögen des Protoplasma isoliert einen sinnfälligen Ausdruck. Und es scheint mir nicht unberechtigt, in der verschiedenen Größe der Energieumwandlung innerhalb des Protoplasma und Myonems eine Funktion der Organisation im Sinne einer fortgeschritteneren Differenzierung zu erblicken.

Vielleicht bekommen durch diese Überlegungen die Ausführungen zu Beginn dieses Kapitels Gestalt.

Es fehlt nicht an experimentellen Stützen für die Muskelfunktion der Myoneme. Wenn auch die Untersuchungen Kühne's nicht an *Stentor* angestellt wurden, sondern an Verwandten dieses Infusors, so ist nicht einzusehen, weshalb die Ergebnisse für *Stentor* anders ausfallen sollten. Ich möchte sie daher kurz erwähnen.

Kühne ging von dem Gedanken aus, ob die Muskelbewegung und die bekannten Amöbenbewegungen nicht im Grunde dasselbe seien, scheint doch dem äußeren Anschein nach eine Übereinstimmung beider Phänomene vorzuliegen. Zur Klärung dieser Frage prüfte er die Reaktion der kontraktilen Amöbensubstanz auf Induktionsströme und verglich sie mit dem Verhalten höherer mit Myonemen versehener Infusorien, den Vorticellen. Auf Amöben blieben stärkste Induktionsströme völlig wirkungslos. Ganz anders das Verhalten der Vorticellen, die bei Durchströmung heftig zusammenzuckten. Während der Stromwirkung war das Tier festgebannt an seiner Unterlage, die Glocke kugelförmig zusammengeballt und die Wimpern eingeschlagen. Fiel der Reiz weg, so trat eine langsame Dilatation des Stieles ein, die Mundwimpern kamen wieder zum Vorschein und das Verhalten des Tieres unterschied sich in nichts von dem vor der Reizung.

Wie vorsichtig man in der Bewertung dieser elektrischen Reizungsversuche sein muß, geht aus der einfachen Überlegung hervor, es könnte sich hier um eine indirekte Reizung des kontraktilen Elementes durch den Induktionsstrom, um die Reaktion des ganzen Tieres handeln. Es stellte sich aber heraus, daß auch isolierte kopflose Stiele auf einen elektrischen Reiz hin zusammenfuhren. Chemischen Agentien gegenüber verhielten sich die Vorticellenstiele in vieler Hinsicht genau wie ein Froschmuskel.

Kühne kommt schließlich zu folgendem Resultat: „Der Stiel der Vorticellen verhält sich also ganz wie ein Froschmuskel, er kann durch den Reiz elektrischer Stromesschwankungen, auch isoliert von dem übrigen Thiere, zum Zucken, ja selbst zur tetanischen Verkürzung gebracht werden."

Liegt somit, wie ich glaube, kein Grund vor, die Muskelnatur des Fadens im Vorticellenstiel in Abrede zu stellen, so gilt auf Grund von Untersuchungen Roesle's dasselbe für die *Stentor*-Myoneme.

Wie bei den Vorticellen wurde auch hier schon der eben wirksame Induktionsstrom mit momentanem und raschem Zusammenzucken beantwortet, das nach Ansicht Roesle's wohl ausschließlich durch Kontraktion der Myoide bedingt sein dürfte. Nach der Reizung streckte sich das Tier wieder in bekannter Weise. Verlief der Strom in der Richtung der Längsachse des Tieres und schräg zu ihr, so erfolgte die Reaktion. Querdurchströmungen ließen das Tier unbehelligt. Das ist auffallend und nicht uninteressant, lehrt doch die Physiologie, daß der Wirbeltiermuskel für elektrische Ströme,

die genau senkrecht zu seiner Faserrichtung verlaufen, gänzlich unerregbar ist. So liegt hier in physiologischer Hinsicht eine weitgehende Analogie zwischen *Stentor*-Myonem und Vertebratenmuskel vor. Natürlich reicht sie nicht aus, Myonem und Metazoenmuskel zu identifizieren, berechtigt aber nach meinem Dafürhalten immerhin, beiden Gebilden denselben funktionellen Wert beizulegen. Daß auch die feinere Struktur des Myonems nicht gerade in Widerspruch steht mit dem histologischen Befund eines quergestreiften Metazoenmuskels, das möchte ich weiter unten dartun.

3. Myonemkanäle.

Die Myoneme liegen im Ectoplasma, allseitig von Protoplasma umgeben und stehen mit ihm in innigster Berührung.

Damit stehe ich in Widerspruch mit einigen Autoren (BÜTSCHLI, SCHEWIAKOFF und SCHRÖDER), die einen Myonemkanal gefunden haben wollen.

BÜTSCHLI und SCHEWIAKOFF geben unter den Zwischenstreifen den Verlauf eines Myonemkanals an, innerhalb dessen ein Längsmyonem liegt. Der Zwischenstreifen „erscheint daher im optischen Schnitt wie ein mit heller, jedenfalls flüssiger Masse erfüllter Kanal“.

O. SCHRÖDER will die Myonemkanäle an lebenden *Stentoren* nicht nur bei der Flächenansicht, sondern viel besser noch im optischen Querschnitt gesehen haben. An fixierten Präparaten kamen sie ihm noch deutlicher zu Gesicht. Die Endigungen der Myoneme und ihrer Kanäle verschweigen die Autoren. Gerade ihre Beschreibung scheint mir für das Verständnis nicht nebensächlich.

Ein Vergleich ihrer bedauerlicherweise scheinbar sehr stark schematisierten Abbildungen lassen Widersprüche erkennen.

Die Myoneme von BÜTSCHLI und SCHEWIAKOFF liegen „in der an die Cilienfurche grenzenden Region dieses Kanals“. Sie bilden so einen Teil seiner Seiten- und Innenwandung, während die Außenwandung keine Berührung mit dem Myonem aufweist. SCHRÖDER ist anderer Ansicht. Seine Myoneme haben Beziehungen mit den Zwischenstreifen, sie sind mit ihrer Außenkante an sie angeheftet. „Wir haben uns daher in den Zwischenstreifen längs gerichtete Bänder der Alveolarschicht zu denken, die in besonderer Weise differenziert sind und sich vermutlich durch bedeutendere Festigkeit auszeichnen.“

Die vage Ausdrucksweise in bezug auf die Zwischenstreifen verrät nur zu deutlich den schwachen Boden, auf dem diese An-

gaben stehen. Hinzu kommt, daß die Kanäle nach seinen Abbildungen nur etwa zu einem Drittel vom Myonem ausgefüllt werden. Über den Inhalt der vom Myonem nicht eingenommenen Kanallichtung sagt der Autor nichts.

Im Sinne SCHRÖDER's äußert sich auch ROSKIN: „Bei *Stentor* finden sich Myoneme, entsprechend den längsgestellten Cilienreihen unter den Basalkörperchen im Innern von deutlichen Ectoplasmakanälchen".

Im ersten Teil seiner neu erschienenen „Allgemeinen Biologie" zitiert HARTMANN die ROSKIN'sche Arbeit und spricht im Sinne ROSKIN's von einer „Kanalflüssigkeit".

Nach sorgfältiger Durchsicht der Literatur scheinen nur SCHRÖDER und ROSKIN die Befunde BÜTSCHLI's und SCHEWIAKOFF's zu bestätigen, während JOHNSON, DELAGE und HÉROUARD, MAIER, NERESHEIMER und andere Autoren die Existenz eines Myonemkanals in Abrede stellen.

In einer ausführlichen Arbeit über die Morphologie und Biologie des *Stentor* präzisiert der Amerikaner JOHNSON seine Ansicht über die Myonemkanäle so: "Although I have searched for it repeatedly, I have been unable to find the least evidence of such a structure, either in optical or actual sections".

Wenn MAIER die Myoneme ebenfalls dicht unter der Oberfläche im Ectoplasma fand, so konnte er „nie, weder beim lebenden Tiere, noch auf gefärbten Präparaten etwas von einem Kanal beobachten".

Ebensowenig fand NERESHEIMER dieses Phänomen.

Bezüglich dieser Kontroversen scheint es mir hier angebracht, kurz auf die Stellungnahme zweier französischer Autoren zu dieser Frage hinzuweisen. DELAGE und HÉROUARD scheinen zwar „Kanäle" gefunden zu haben, deuten sie jedoch als Kunstprodukte. In ihrem „Traité de Zoologie concrète" heißt es: „Il semblerait que l'ectoplasme qui devrait occuper la place de ce canal se soit condensé en cette fibrille, laissant par suite de cette condensation un espace vide qui serait la cavité du canal".

Auf Grund meiner Untersuchungen muß ich mich in der Myonemkanalfrage den Gegnern BÜTSCHLI's und seiner Anhänger anschließen. Die Ansicht der französischen Autoren steht meiner Meinung am nächsten. Durch sorgfältige Beobachtung des lebenden Tieres und genaue Durchmusterung der fixierten Präparate bin ich zu der Ansicht gekommen, daß es sich bei den Myonemkanälen um Schrumpfungsresultate, um Artefakte handelt. Am lebenden Objekt ist mir nie

ein Kanal zu Gesicht gekommen. Ganz vereinzelte Präparate zeigten etwas, das man, wenn man unbedingt will, höchstens als einen plasmafreien Ring um das Myonem deuten kann. Das waren aber ganz vereinzelte Bilder, die sich selbst in Serienschnitten nie wiederholten. Ein Myonemkanal im Sinne BÜTSCHLI's und SCHRÖDER's müßte aber gerade auf Serienquerschnitten lückenlos in die Erscheinung treten.

Die Myoneme stehen, wie schon erwähnt, in innigster Berührung mit dem Ectoplasma, Kanäle fehlen. Tafel 1 Fig. 6 zeigt das am deutlichsten. Wenn die Präparate, Taf. 1 Fig. 7, 8, auch keine reinen Querschnitte darstellen, so lassen auch sie nichts von Kanälen erkennen. Bei den quer geschnittenen Myonemen von Taf. 1 Fig. 5 sieht es, besonders bei dem links gelegenen, so aus, als sei der Kontakt mit dem umgebenden Protoplasma gelöst. Unschwer aber ist zu erkennen, daß hier von Kanälen mit eigenen Wandungen keine Rede sein kann.

Die Auffassung der Myonemkanäle als Kunstprodukte scheint mir die bestehenden Kontroversen zwanglos zu klären. Es will mir so scheinen, als sei diese Möglichkeit von den bisherigen Untersuchern nicht genügend bedacht und betont worden. Wenn auch bei den gebräuchlichen Fixierungsmitteln die typische Struktur im wesentlichen erhalten bleibt, so ist in diesem Falle vielleicht doch die Prozedur des Fixierens und Einbettens verantwortlich für die atypischen Kanalbilder. Das Protoplasma hat sich durch Schrumpfung von dem Myonem retrahiert. Sein Kontakt mit den Muskelfibrillen ist überall oder nur teilweise gelöst (cf. Widersprüche in BÜTSCHLI's und SCHRÖDER's Abbildungen). So ist der helle protoplasmafreie Hof um das Myonem das Resultat einer Schrumpfung.

Diese Erklärung hat, wie ich glaube, einige Berechtigung und ist nicht von der Hand zu weisen, zumal sie einige Bestätigung zu erfahren scheint durch ganz ähnliche Erscheinungen in der Umgebung der Kerne. Die Präparate (Taf. 1 Fig. 1—4) erläutern das. Offenbar durch Schrumpfung hat sich das Protoplasma von den Kernen zurückgezogen. In Taf. 1 Fig. 1, 3 ist der Kontakt von Kern und dem umgebenden Protoplasma überall gelöst, während Taf. 1 Fig. 2, 4 noch Protoplasmabrücken erkennen lassen.

Diese Vakuolenbildung um die Kerne ist unnatürlich. Per analogiam sind auch, glaube ich, die Myonemkanäle als unter dem Einfluß der Präparation entstanden aufzufassen und als Kunstprodukte zu deuten, die im lebenden *Stentor* nicht vorkommen.

4. Lage, Verlauf und Verzweigungen der Myoneme und ihre biologische Bedeutung.

Für die physiologische Bewertung der Myoneme von Bedeutung ist ihr Verlauf. Seine richtige Deutung gibt zugleich die Antwort auf die Frage nach dem komplizierten Anheftungsmechanismus des *Stentor*.

Alle bisherigen Wiedergaben des Myonemverlaufes sind unvollständig und durchaus nicht einheitlich.

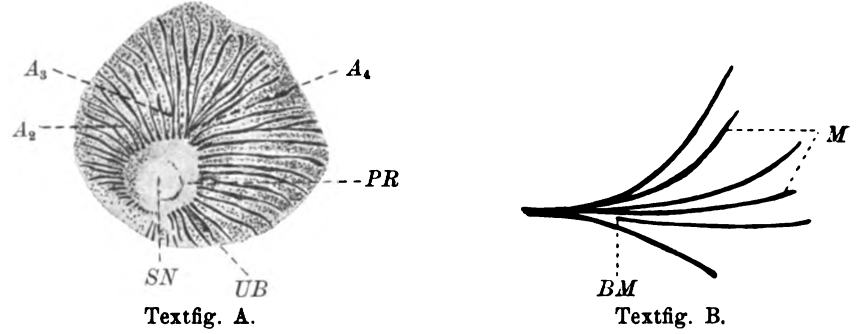
Nach meinen Untersuchungen beginnen die Myoneme isoliert im Ectoplasma als feine, mit stärksten Systemen eben noch wahrnehmbare Fibrillen am äußeren Peristomrand.

Schröder will am Rande des Stirnfeldes eine „allerdings sehr feine“ Verbindung der Myoneme mit den Basalsäumen der Membranellen erkannt haben. Diese Ansicht scheint meines Wissens nur von Schröder allein vertreten zu werden. Ich habe diese Verhältnisse sorgfältig untersucht und nie auch nur andeutungsweise eine Verbindung von Basalsaum und Myonem finden können. Damit möchte ich diese Myonemfortsetzung über den Peristomrand hinaus nicht in Abrede stellen, nur weil ich sie nicht fand, muß aber gestehen, daß mir die Schröder'sche Abbildung (Fig. 8) sehr wenig eindrucksvoll erscheint. In dieser Ansicht stimme ich mit Brauer überein. Auch Johnson war es nicht möglich, den Befund Schröder's zu bestätigen. Über das Verhalten der Myoneme am Peristomrand äußert er sich so: "They always remain very indistinct towards the adoral zone and although I have been able to trace them up to it, I have not seen the manner of their ending there."

Vom äußeren Peristomrand verlaufen die kontraktilen Fibrillen unter den Zwischenstreifen abwärts, werden allmählich dicker und streben dann konvergierend dem Fußende des *Stentor* zu. Ihr Verlauf ist dabei kein isolierter und gesetzmäßiger; die Myoneme anastomosieren und verzweigen sich willkürlich. Besonders das Hinterende ist ausgezeichnet durch zahlreiche Myonemgabelungen und Verzweigungen (Textfig. A). Eine beträchtliche Anzahl der Myoneme erreicht den unteren Pol des Tieres nicht; die Muskelfibrillen vergesellschaften sich. Die Abbildung zeigt außer Anastomosen von zwei (Textfig. A A_2) und drei (Textfig. A A_3) Myonemen eine Verschmelzung von vier Muskelfibrillen (Textfig. A A_4). Sogar eine Vereinigung von fünf Myonemen (Textfig. B) konnte ich am lebenden Tier beobachten.

Diese Dinge sind bekannt.

Schon Lieberkühn, Stein und Gruber machten ähnliche Beobachtungen. Bestimmter sind die Angaben von Brauer, der bei *Stentor coeruleus* ein Myonem sah, das in seinem Verlauf 10 Seitenzweige aussandte. Bütschli gibt an, daß besonders am Hinterende von *Stentor* benachbarte Myoneme anastomosieren, um sich im weiteren Verlauf wieder zu gabeln. Nach Angaben von Schuberg sollen die genannten Autoren in dem atypischen Myonemverlauf ein „regelmäßiges Organisationsverhältnis“ übersehen haben, das allerdings „nicht zu allen Zeiten in gleich deutlicher Weise hervortritt“.



Textfig. A. Textfig. B.

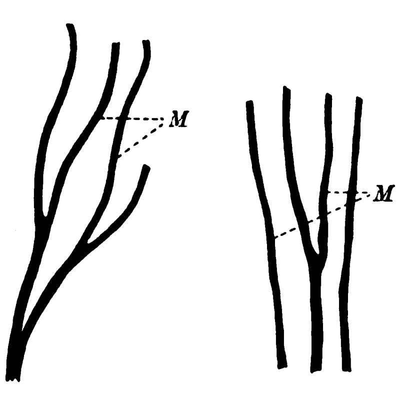
Textfig. A. Aufsicht auf den unteren *Stentor*-Pol. Die scheinbar abrupt endigenden und teilweise gegabelten Wandmyoneme sind erkennbar. Der Saugnapf ist von einem Plasmaring umgeben. Leitz Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20. A_2, A_3, A_4 Myonemverzweigungen. *PR* Protoplasmaring. *SN* Napfartige Vertiefung am *Stentor*-Fuß. *UB* Umbiegungsstelle der Wandmyoneme in das Innere des Tieres.

Textfig. B. Ein Myonem aus der Nähe des unteren *Stentor*-Pols mit fünf Ästen, das sechste Myonem scheint blind zu endigen. Leitz Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20. *M* Myonem. *BM* Blind endigendes Myonem.

Schuberg faßt die Myonemverzweigungen zusammen in dem Begriff „Verästelungszone“ und meint damit eine Körperregion, die in Form eines spitzwinkligen Dreiecks durch zwei Myoneme begrenzt wird. Die Spitze des Dreiecks zeigt nach dem Fußende des Tieres, die Basis stellt einen Teil des Peristomrandes dar. Die innerhalb dieses Dreiecks verlaufenden Myoneme entspringen sämtlich als Abzweigungen, von denen etwa 20—40 festgestellt wurden, eines der beiden „Grenzstreifen“ des Dreiecks, während der andere astlos peristomwärts zieht. In Einklang mit Schuberg steht Schröder. Auch er will die gesetzmäßige Myonemverzweigung im Sinne Schuberg's gefunden haben. Eine weitere Würdigung in der Literatur erfuhr scheinbar die „Verästelungszone“ nur noch durch Johnson: “I found the ramifying zone very constantly present in the *Blue Stentor*. In a few cases, however, careful examination has failed

to reveal it; and in other species the striation is so obscure as almost to preclude its discovery."

Leider war es mir trotz sorgfältiger Untersuchungen nicht möglich, die SCHUBERG'schen Angaben zu bestätigen. Ein Vergleich meiner Textfig. C mit der sog. „Verästelungszone" macht das verständlich. Statt eines regulären und konstanten Organisationsverhältnisses fand ich die Myonemverzweigung irregulär und willkürlich. Wenn ich auch Myonemverästelungen am lebenden und konservierten Tiere (Textfig. A, B, C, D, E a, E b) wiederholt beobachten konnte, so war es mir nie vergönnt, in ihrer Lage und Gestalt genaue Konstanz und Gesetzmäßigkeit zu erblicken. Textfig. D zeigt eine einfache Myonemgabel, Textfig. C eine symmetrische Doppelverzweigung. Die Willkür in der Myonemverzweigung sollen die Textfig. E a u. b illustrieren, die nach dem lebenden Objekt angefertigt wurden. Oralwärts wurden die Myoneme bis zum Peristomrand verfolgt. Ihren aboralen Verlauf weiter zu verfolgen, verhinderte leider die starke Bewegung des Tieres. Textfig. E a läßt vier Myonemgabeln erkennen, von denen die Schenkel der Gabel *A* nach dem Fußende des Tieres hin gespreizt sind. Die beiden Äste der Fibrille *B* umfassen die Myonemgabel *C*. Ich erwähnte oben (S. 12) bereits BÜTSCHLI, der Myonemanastomosen mit sekundärer Aufsplitterung angibt, also oral- und aboralwärts offene Myonemgabeln gesehen haben muß. Überzeugend läßt Textfig. E b, glaube ich, die Willkür in der Fasergabelung erkennen. Das Myonem Mg löst sich in drei Äste auf, von denen die beiden rechten wieder eine einfache isolierte Myonemgabel einschließen. Das scheint den bisherigen Untersuchungen entgangen zu sein.



Textfig. C. Textfig. D.

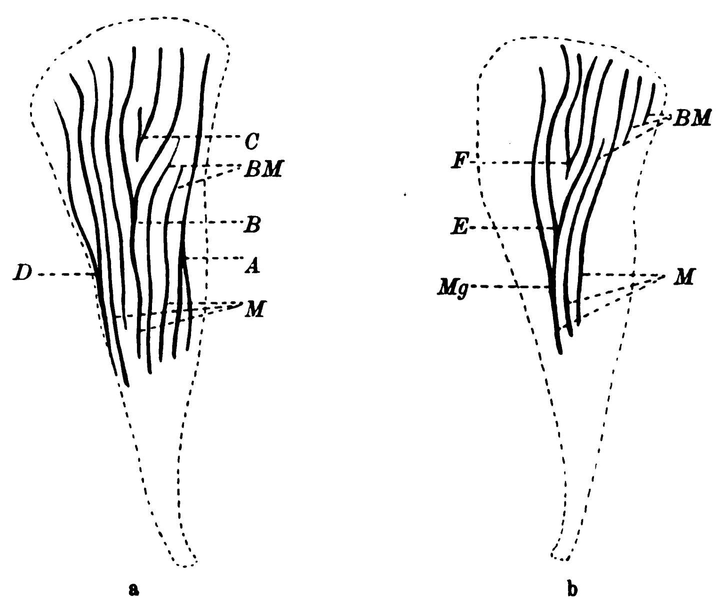
Textfig. C. Symmetrische Doppelverzweigung eines Myonems. LEITZ Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20. *M* Myonem.

Textfig. D. Eine einzelne Myonemgabel. LEITZ Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20. *M* Myonem.

Betonen möchte ich noch, daß die Gabeln *B*, *C*, *D* in Textfig. E a und *E*, *F* in Textfig. E b im oralen Körperpol des *Stentor*, in unmittelbarer Nähe des Peristoms liegen. So ist zwar das Fußende vorwiegend, aber nicht ausschließlich der Sitz von Myonemgabeln

und -verzweigungen. Ich stimme mit Gruber überein, wenn er sagt, „... daß auch am normalen Tiere nach dem Vorderende zu sehr häufig Gabelungen der Körperstreifen und der Muskelfasern vorkommen".

Noch eine auffallende Erscheinung, die ich allerdings nur ganz vereinzelt beobachten konnte, zeigen die Textfig. B, E a u. b. Es sind blind endigende Myoneme (*BM*). In dieser Beobachtung stimme ich mit Stein überein. Er sah häufig Myoneme, die das hintere Körperende (cf. Textfig. B, E b) nicht erreichten, sondern in einiger Entfernung von ihm ihren Lauf beendigten. Auch im vorderen Körperende (cf. Textfig. E a) ist dieses Phänomen von Brauer beschrieben worden.



Textfig. E. Myonemgabelungen. Zur Übersicht ist die Gestalt des *Stentor* gestrichelt hinzugefügt (Lebendbeobachtung). Leitz Oc. 3; Obj. 1/12 Hom. Immers. Apert. 1,20. *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *Mg* Myonemgabeln. *M* Myonem. *BM* Blind endigende Myoneme.

Über die Ätiologie und biologische Bedeutung des unregelmäßigen Myonemverlaufes und seiner gelegentlichen vorzeitigen oralen und aboralen Endigungen sind die Ansichten sehr geteilt.

Stein bezichtigt das Trauma als das ätiologische Moment. Nach seiner Deutung handelt es sich um Kunstprodukte, um „Folgen von Rupturen". Bei künstlichen Teilungsversuchen setzten Gruber und Schuberg bewußt Läsionen und konnten so die Stein'schen Ansichten

experimentell belegen. Allerdings sind die Gabelungen nach Ansicht GRUBER's nicht nur pathologisch, sondern kommen auch am normalen Tier vor.

Für die vorzeitigen Myonemendigungen gibt BRAUER eine Erklärung. Er ist geneigt, sie als „neue Anfänge von Fasern aufzufassen“.

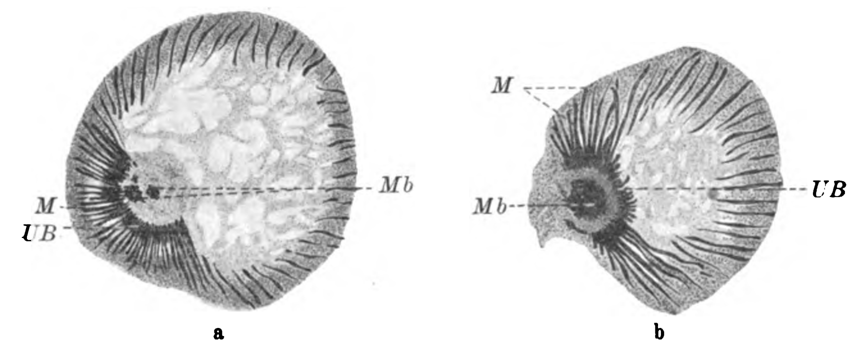
Eine Antwort auf die formale Genese des beschriebenen Myonemverlaufes zu geben, ist, glaube ich, nur möglich auf der Basis einer genauen Kenntnis der Myonementwicklung überhaupt. Solange sie nicht geklärt ist, dürften auch obige Angaben, so wertvoll sie auch sein mögen, kaum über den bescheidenen Rahmen des Hypothetischen hinauskommen.

Ein Trauma aber als ätiologisches Moment für die Myonemgabelungen heranzuziehen, scheint mir zum mindesten sehr gewagt. Nach Textfig. C, D liegen, glaube ich, nicht die geringsten Gründe für diese Annahme vor. Auch die Myonemgabelungen *A*, *B*, *C*, *D* in Textfig. Ea und die Faserverzweigungen *E* in Fig. Eb machen diesen Erklärungsversuch entbehrlich. Die abrupten Myonemendigungen *BM* in Textfig. Ea u. b dagegen scheinen mir die Annahme von Artefakten im Sinne von „Narben“ zu verlangen. So halte ich es nicht für ausgeschlossen, daß hier Micronekrosen vorliegen, die bioplastische Vorgänge auslösen; ist doch die Fähigkeit der Regeneration und damit der Rekonstruktion jeder Zelle angeboren, ererbt. Es würde sich demnach um eine noch nicht abgeschlossene oder um eine mißglückte Myonemregeneration, um einen unvollständigen Ersatz, um eine Subregeneration handeln (cf. Textfig. Ea C u. Textfig. Eb F).

Diese Auffassung steht allerdings in Widerspruch mit der Vorstellung von ARTHUR MEYER, der in den Muskel- und Nervenfibrillen alloplasmatische Gebilde erblickt, dynamische Organellen unveränderlichen morphologischen Charakters, die nicht aus ihresgleichen hervorgehen können, sondern stets ganz von neuem entwickelt werden. Daß diese traditionelle Anschauung schon von MAURER und einer Reihe neuerer Autoren durchbrochen wurde, lasse ich hier unberücksichtigt. Wollte man aber dieser MEYER'schen Ansicht beistimmen, so müßte man die genannten Myonemendigungen als einfache Amputationsstümpfe auffassen und würde so auf die alte STEIN'sche Ansicht zurückkommen.

Ist so die traumatische Ätiologie der Myonemunterbrechungen kaum zu bezweifeln, so möchte ich es nicht für ausgeschlossen halten, daß auch normale Tiere diese Erscheinungen aufweisen.

Der Querschnitt des Myonems während seines Verlaufes ist nicht konstant, sein Durchmesser variiert. BRAUER und SCHRÖDER machen gleiche Angaben. Die Fasern sind nach BRAUER im Hinterende des *Stentor* am dicksten und sollen sich ungefähr vom Beginn des zweiten Körperdrittels an nach vorn verjüngen, um schließlich ganz zu verschwinden. SCHRÖDER beschreibt ein Schmälerwerden der Myoneme peristomwärts. Andere Autoren machen, soweit ich das aus der Literatur ersehen konnte, keine diesbezüglichen Angaben. Bis zum unteren Körperpol konnte JOHNSON die Myoneme verfolgen. War es ihm, wie oben erwähnt, nicht möglich, ihre adoralen Endigungen festzustellen, so ist seine Auffassung von Verlauf und Endigung der Myoneme am unteren Körperpol durchaus



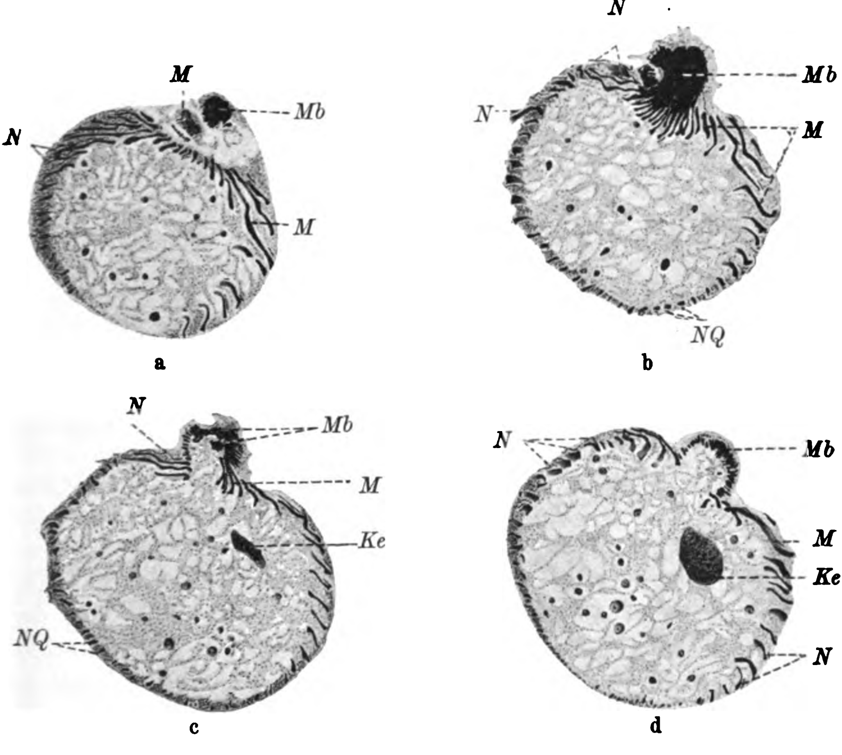
Textfig. F.

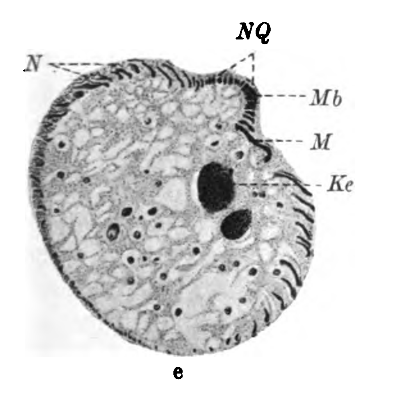
Unterer *Stentor*-Pol. a) Die Myoneme biegen um in das Innere des Tieres und bilden das Myonembündel, das hier nur eben angeschnitten ist. b) Die Myonemumbiegungsstelle und der Beginn des Myonembündels treten scharf hervor. LEITZ Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

M Myonem. *Mb* Myonembündel. *UB* Umbiegungsstelle der Wandmyoneme in das Innere des Tieres.

irrig. Wenn der amerikanische Autor auch schreibt: "At the other extremity, however, the termination of the myonemes is evident enough", so täuscht er sich, wenn er fortfährt: "they end abruptly just at the edge of the pellicula bordering the naket protoplasm of the foot". Er verweist dabei auf eine Abbildung, die ungefähr meiner Textfig. A entspricht. Sie zeigt den unteren Pol des *Stentor*. Die Myoneme scheinen hier, wie auch JOHNSON irrtümlicherweise annahm, plötzlich abzubrechen und zu endigen. Textfig. F läßt das Irrtümliche an dieser Auffassung erkennen. Die Myoneme endigen nicht am aboralen Pol, wie man es nach Textfig. A vermuten sollte, sondern biegen plötzlich nach innen um, um im zentralen Cytoplasma

in Bündelform eng aneinander gelagert, wieder aufwärts in der Richtung des Peristoms zu verlaufen. Bald darauf wird dieses Myonembündel pinselartig aufgesplittert. Unter allmählicher Verjüngung verlieren sich dann die Endigungen der kontraktilen Fasern im zentralen Cytoplasma etwa in der Mitte des kontrahierten Tieres

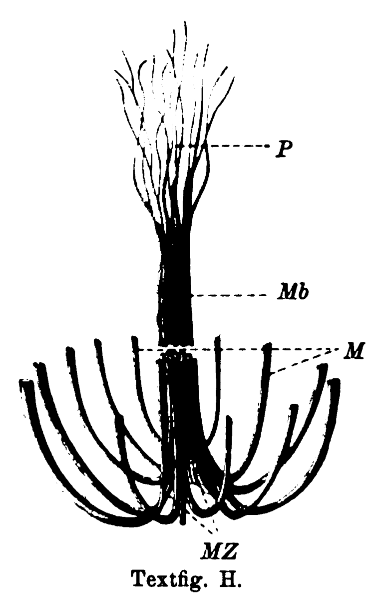




Textfig. G. a) Tangentialschnitt durch das untere Körperende. Die Körperwandmyoneme mit ihren Neuroiden treten allmählich zum Myonembündel zusammen. b) Die Vereinigung der Myoneme zum Myonembündel ist hier besonders gut sichtbar. Neuroide sind zum Teil im Querschnitt getroffen. c) schließt sich an b an. d) Das Myonembündel ist in dieser Schnittiefe nur noch angedeutet. e) Das Myonembündel ist kaum noch zu erkennen. Mehrere Neuroidquerschnitte sind sichtbar. Optik: Leitz Oc. 1; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20. *M* Myonem. *N* Neuroid. *Mb* Myonembündel. *Ke* Kern. *NQ* Neuroidquerschnitt.

(Taf. 2 Fig. 14, 15). Während Textfig. Fa nur eine schwache Andeutung des Myonembündels (*Mb*) zeigt, dafür aber die mit starker Konvergenz nach dem Zentrum des unteren Poles zueilenden Myoneme (*M*) wiedergibt, läßt Textfig. Fb den fast vollständigen Bündelquerschnitt (*Mb*) erkennen. Die scheinbare Kontinuitätsunterbrechung der Myoneme *UB* in Textfig. Fb kommt dadurch zustande, daß ihre Umbiegungsstelle vom Messer abgekappt wurde.

Bestätigt werden diese Angaben durch die Textfig. Ga—e. Es handelt sich bei diesen Bildern um Schrägschnitte. Textfig. Gb zeigt den kontinuierlichen Verlauf der Myoneme (*M*) bis zu ihrer Vereinigung zum Myonembündel *Mb*, während Textfig. Ga mit Textfig. Fb vergleichbar ist. Auch hier sind, wie in Textfig. Fb die kontraktilen Fibrillen künstlich unterbrochen. Die Textfig. Gc—e lassen sich sehr gut mit Textfig. Ga vergleichen. Außer den Myonemen sind auf allen diesen Schrägschnitten feine geschlängelte Fibrillen, Neuroide (*N*), deutlich zu erkennen, von denen im nächsten Kapitel die Rede sein soll. Wie aus den Zeichnungen ersichtlich ist, begleiten sie die Myoneme. *NQ* in den Textfig. Gb, c, e sind Neuroidquerschnitte.



Textfig. H.

Textfig. H. Schematische Rekonstruktion des Myonemverlaufes am unteren *Stentor*-Ende. *M* Myonem. *Mb* Myonembündel. *MZ* Myonemzelt. *P* Pinselartige Aufsplitterung des Myonembündels. Das Myonembündel ist künstlich unterbrochen gezeichnet.

Ich bin glücklicherweise in der Lage, den Quer- und Schrägschnitten ideale Längsschnitte und Mikrophotographien (Taf. 2 Fig. 14, 15, 16, 17) beifügen zu können. Die Kombination der Bilder aller drei Schnittrichtungen erst gibt eine klare Vorstellung von dem Verhalten der Myoneme am unteren *Stentor*-Pol. Fig. 1—4 der Taf. 1 lassen den Verlauf der Myoneme nach ihrer Umbiegung im Innern des Cytoplasma ebenso wie die Mikroaufnahmen Taf. 2 Fig. 14, 15, 16, 17 erkennen. Die kontraktilen Fibrillen laufen von außen nach innen oben und bilden so eine Art Myonemzelt (Taf. 1 Fig. 1 *MZ*, Taf. 2 Fig. 15, 16). Aus ihrer Aneinanderlagerung ent-

steht, wie oben erwähnt, das Myonembündel (*Mb*, Taf. 1 Fig. 1) Die dann folgende pinselartige Aufsplitterung habe ich in Taf. 1 Fig. 1 mit *P* bezeichnet. Kombination und logische Verknüpfung der zitierten Präparate und ihrer Mikroaufnahmen ließen das Schema Textfig. H entstehen. Dabei lag mir daran, dem Wesen des Schemas durch Weglassung alles Überflüssigen möglichst gerecht zu werden. So zeigt das Bild die Umbiegung der Wandmyoneme (*M*), die durch diesen Verlauf bedingte Myonemzeltbildung (*MZ*), das allmähliche Entstehen des Fibrillenbündels *Mb* und seine pinselartige Aufsplitterung *P*.

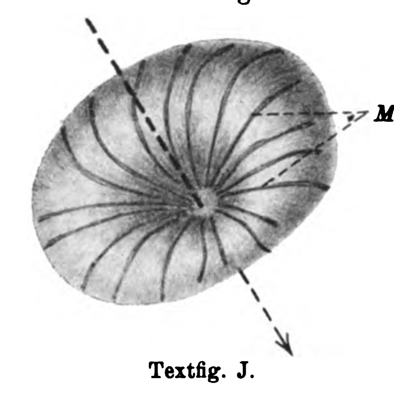
5. Protoplasmadifferenzierung am unteren *Stentor*-Pol und seine Beziehungen zum „Fuß" des Tieres.

Eine Eigentümlichkeit des hinteren *Stentor*-Endes sei noch erwähnt. Wie aus Fig. 1—4 der Taf. 1 zu ersehen ist, läuft um den hinteren Pol des *Stentor* ein eigentümlicher protoplasmatischer Saum *S*, der sich deutlich durch seine feine Streifung von dem übrigen Protoplasma sondert. Auch die Mikroaufnahmen Taf. 2 Fig. 14, 15, 16, 17 zeigen diese Protoplasmaeigentümlichkeit. Fig. 2 Taf. 1 weist eine scheinbare Kontinuitätsunterbrechung dieses Saumes in Form einer kuppelförmigen Eindellung *SN* auf, die von dem Myonemzelt *MZ* überdacht wird. Dadurch sind auf den Längsschnitten zwei lippenartige Bildungen *Sl* (Fig. 2, 3, 4 Taf. 1) entstanden. Die Größe der Eindellungen auf den Schnitten Fig. 2, 3, 4 Taf. 1 variiert. Während Fig. 1 Taf. 1 überhaupt nichts davon erkennen läßt, ist die Plasmaaussparung in Fig. 2 am kleinsten. In Fig. 3 ist sie größer geworden, um in Fig. 4 an Größe wieder abzunehmen. Die folgenden Schnitte dieser Serie habe ich nicht wiedergegeben. Sie lassen, wie zu erwarten war, nach und nach diese Eindellung wieder ganz verschwinden. Ins Plastische übersetzt heißt das: Der lippenförmige Kreis ist geschlossen, die Kontinuität des Protoplasmasaumes ist damit sichergestellt und die Kuppelgestalt der Protoplasmaeindellung erwiesen.

Ein Vergleich dieser Verhältnisse mit der Textfig. A läßt die Saumlippen als geschlossenen Protoplasmaring *PR*, der die napfförmige Vertiefung *SN* einfaßt, wiedererkennen.

An dieser Stelle sei zur Illustration dieser Verhältnisse kurz eine Lebendbeobachtung eingeschoben. Bei Lähmungsversuchen an *Stentoren* machte ich einen Befund, der nicht nur diese morphologischen Tatsachen zu bestätigen scheint, sondern gleichzeitig einen

Einblick in die Funktion des bisher ungeklärten Myonemverlaufes am unteren *Stentor*-Pol gestattet. So gesellt sich zum anatomischen Substrat das physiologische Experiment. Das untere Ende eines *Stentor* war mir zugekehrt. Eine zufällig vorgenommene Änderung der Umgebungsflüssigkeit durch Chemikalienzusatz beantwortete das Tier mit einer krampfartigen prämortalen Kontraktion fast bis zur Kugelform. Deutlich konnte ich dabei eine nabelförmige Einziehung des unteren Poles im Sinne der Pfeilrichtung (Textfig. J) beobachten. Nach der Kontraktion zerfiel das Tier.



Textfig. J.

Textfig. J. Unterer Pol des *Stentor* (Lebendbeobachtung). Das Tier kontrahierte sich fast bis zur Kugelform und zog dabei sein unteres Ende in der Richtung des Pfeiles ein. Leitz Oc. 3; Obj. 1/12 Hom. Immers. Apert. 1,20. *M* Myonem.

Außer einer kurzen Notiz bei Schröder, der zwar ein Umbiegen der Myoneme angibt, über den weiteren Verlauf und über die Endigungen der Fasern aber keine Angaben machen konnte, scheint bisher in der Literatur die Frage nach dem Verlauf und Verbleib der *Stentor*-Myoneme unbeantwortet geblieben zu sein.

Auf den Verlauf der Peristom- und Cytopharynxmyoneme komme ich später zu sprechen.

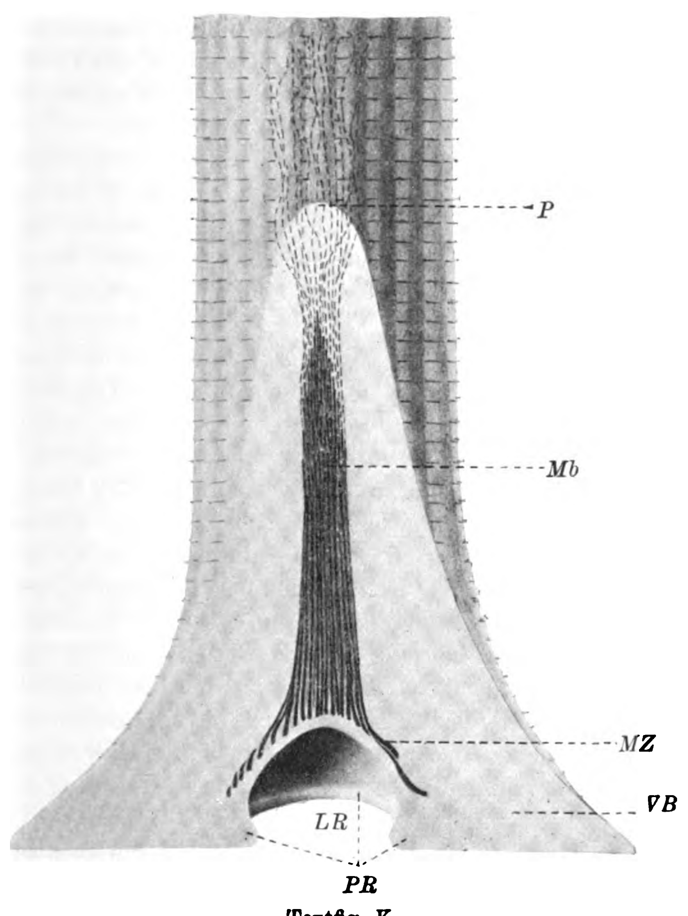
6. Mechanik der Festheftung bei *Stentor coeruleus*.

Aus der Feststellung der feineren morphologischen Verhältnisse der Fußregion des *Stentor*, wie es eben geschah, folgert unschwer ihre weitgehende Bedeutung für den Festheftungsvorgang des Tieres. Eine richtige Beurteilung des Anheftungsmechanismus auf Grund einer mikroskopisch nachgewiesenen morphologischen Basis liegt meines Wissens nicht vor.

Nach Ansicht der bisherigen Autoren heftet sich *Stentor coeruleus* durch Pseudopodien an seine Unterlage fest. Johnson schreibt ihnen sogar ein nicht geringes Maß von Sensibilität zu: “These minute processes are in all probability highly sensitive, and enable the animal to feel for a suitable place of attachment”.

Nach Delage und Hérouard verankert sich der *Stentor* durch

Pseudopodien: „... et le cytoplasma sous-jacent émet de véritables pseudopodes qui servent à la fixation. Il peut, à volonté, faire cesser cette adhérence et nager à la recherche d'une nouvelle place."



Textfig. K.

Schematische Gesamtübersicht über den *Stentor*-Fuß und seinen Aufbau. Zum Verständnis der feineren inneren Bauverhältnisse ist ein Teil der unteren vorderen Körperwand so abgeschnitten, daß der Schnitt den Saugnapf halbiert.
Mb Myonembündel. *MZ* Myonemzelt. *P* Pinselartige Aufsplitterung des Myonembündels. *VB* Verbreiterung des unteren *Stentor*-Fußes zu beiden Seiten des Saugnapfes. *PR* Protoplasmaring. *LR* Luftleerer Raum unter dem Myonemzelt.

Mit Sicherheit habe ich Pseudopodien bei *Stentor coeruleus* nicht feststellen können. Wie man sich aber leicht am lebenden Objekt überzeugen kann, haftet ein *Stentor* außerordentlich fest an seiner

Unterlage. Es will mir deshalb fraglich erscheinen, in dieser festen Fixierung nur den Ausdruck einer Pseudopodienverankerung zu erblicken.

Nach meiner Überzeugung ist die Anheftung dieses Infusors zurückzuführen auf die Wirkung eines Saugnapfes. Ich komme damit auf die vermutliche physiologische Bedeutung des Protoplasmasaumes S in Fig. 1—4, Taf. 1, der, wie oben dargetan, in der Textfigur A als geschlossener Protoplasmaring imponiert.

Möglicherweise stellt diese eigentümliche Plasmaregion das Material dar für die Verbreiterung des *Stentor*-Fußes zu beiden Seiten des Saugnapfes (Textfig. K, *VB*), die beim freilebenden Tier verschwindet. Sollten wirklich Pseudopodien vorhanden sein, so ist der erwähnte protoplasmatische Saum vielleicht auch ihr Bildungsmaterial.

Es liegt, glaube ich, in dieser Auffassung kein prinzipieller Gegensatz zu der Meinung der früheren Autoren, sondern vielmehr eine Ergänzung. Ich komme deshalb zu dem Schluß, daß der Anheftungsmechanismus im wesentlichen als eine Saugnapfwirkung aufzufassen ist: Eine ringförmige Protoplasmalippe (*PR*, Textfig. A, K) umrahmt die Basis des Myonemzeltes (*MZ*, Textfig. K). Bei der Festheftung berührt das Tier mit seinem hinteren Pol die gewählte Anheftungsstelle. Durch die Kontraktion der im Innern des Infusors verlaufenden Myoneme, als deren punctum fixum ihre Aufsplitterung und ihr allmählicher Übergang in das Cytoplasma zu betrachten ist, entsteht das Myonemzelt (*MZ*, Textfig. K) und unter ihm ein luftleerer Raum (*LR*, Textfig. K). Nach physikalischen Gesetzen muß dann durch den atmosphärischen Druck die Unterlage an die Fußscheibe des *Stentor* gedrückt werden. Die Festheftung ist somit gesichert.

Sollte ein Pseudopodienapparat vorliegen, so dürfte diesem nur eine für die Fixierung des Tieres unterstützende Funktion zuzuschreiben sein.

7. Feinere Struktur der Myoneme.

a) Quer- und Längsschnitt.

Sucht man nun auf die Erörterung der einzelnen Eigenschaften und der feineren Merkmale der *Stentor*-Myoneme einzugehen, so beginnen die Widersprüche und Schwierigkeiten, namentlich wenn man ihren histologischen Aufbau in einer möglichst exakten Weise zu präzisieren sucht. In der Einleitung dieser Arbeit wurde darauf

hingewiesen, daß alle Untersuchungen an Objekten vorgenommen wurden, die sich in der Phase der Kontraktion befanden. Es ist meines Wissens ein bisher ungelöstes Problem, *Stentoren* in völlig gestrecktem Zustande, in der Phase der Dilatation, zu konservieren. So beziehen sich alle bildlichen Wiedergaben feinerer Myonemstrukturen von *Stentor* nur auf die Phase der Kontraktion. Ein Wechsel seines funktionellen Zustandes verlangt einen Wechsel in dem feineren morphologischen Aufbau eines Muskels. Und auch sein primitivster Vertreter, der Protozoenmuskel, dürfte diesem Gesetz unterworfen sein. Protozoen- und Metazoenmuskel, beide, ziehen ihren Untersuchern Grenzen. Auf der einen Seite die Schwierigkeit der mikroskopischen Beobachtung der Dilatationsphase, auf der anderen die sich völlig widersprechenden Angaben über die feineren Muskelstrukturen in der Kontraktionsphase.

Ich sagte, daß alle Versuche, *Stentoren* gestreckt zu konservieren, fehlschlugen. Diese technische Schwierigkeit aber, die uns hier auf dem Wege der Fragelösung entgegentritt, scheint bisher nicht gebührend beachtet und betont zu sein. Und gerade sie ist der Grund, weshalb allen Untersuchungen, die sich mit der feineren Myonemstruktur befaßten, nur bedingter Wert beigemessen werden darf.

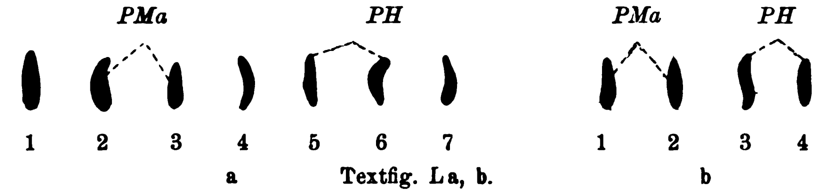
Worin die mikroskopischen Erscheinungen eines kontrahierten und eines dilatierten Myonems differieren, läßt sich vorläufig nicht sagen. Doch dürften die Abweichungen nicht sehr groß sein, so daß sich Untersuchungen nach dieser Richtung erübrigen. Immerhin würde ich nicht sonderlich überrascht sein, an völlig gestreckt konserviertem Material zu Resultaten zu kommen, die meinen heutigen Standpunkt über die feinere Myonemhistologie als unzureichend dartun.

Die *Stentor*-Myoneme stellen relativ breite und hohe Bänder dar (Textfig. U). Ihr Querschnitt hat die Form einer Ellipse, deren große Achse nach der Mittellinie des Tieres zeigt (Textfig. $La_{1,3}$; $Lb_{2,4}$). Nicht selten finden sich in den Präparaten Abweichungen von dieser Form. Der nach außen gerichtete Scheitelpunkt der Ellipse kann leicht zugespitzt erscheinen (Textfig. Ma), während der nach dem Zentrum des Tieres gerichtete Scheitelpunkt eine plumpe Form annimmt. So entsteht eine beinah birnenförmige Gestalt, die Schröder allgemein für den Myonemquerschnitt als zutreffend annimmt. Andere Schnitte zeigen eine Ellipsenform, die nur seitlich etwas abgeplattet oder zusammengedrückt erscheint (Textfig. Mb). Die Myoneme der Textfig. Mc sind tangential angeschnitten. Wie die Querschnittsbilder (Textfig. La, b und Ma, b), so lassen auch diese

Figuren deutlich eine Differenzierung des Myonems in Plasmamark und Plasmahülle erkennen.

Trotz dieser Abweichungen innerhalb meiner Präparate möchte ich die Ellipsenform für den normalen Myonemquerschnitt annehmen.

Die Ansichten über diesen Gegenstand sind durchaus geteilt. Nach Engelmann sind die optischen Myonemquerschnitte „kleine scharf begrenzte Kreise". Eine wesentlich andere Vorstellung hat Brauer. Auf wirklichen Querschnitten soll es sich um „fast rhombische Gebilde" handeln. Maier beschreibt kreisrunde Querschnitte, ähnlich wie Johnson, der angibt: „. . . to me, however, the section has always appeared to have a circular outline." Wie schon erwähnt, gibt Schröder einen „ovalen oder eher birnförmigen Querschnitt des Längsmyonems" an. Mit Neresheimer und besonders



Textfig. L a, b.

Myonemquerschnitte. Die Gestalt des Myonems und die Differenzierung seines Querschnittes in Protoplasmahülle und -mark sind erkennbar. Leitz Comp. Oc. 6; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.
PH Protoplasmahülle. *PMa* Protoplasmamark.

Bütschli bin ich gleicher Ansicht. Sie fanden die Myonemquerschnitte von *Stentor coeruleus* deutlich elliptisch und häufig abgeplattet.

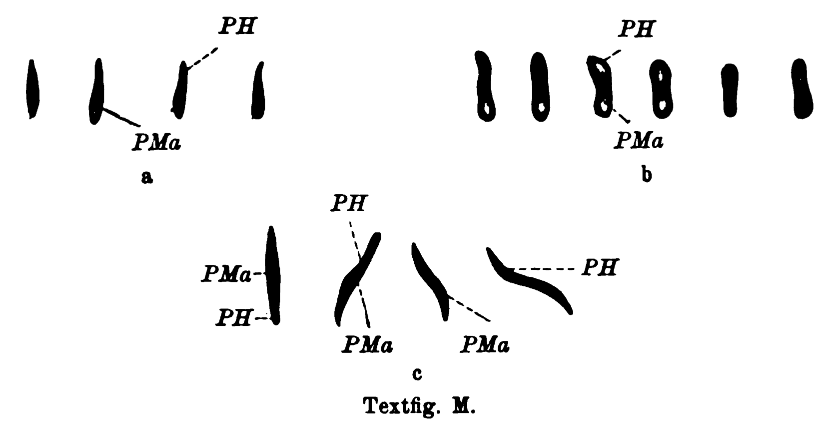
Wenn man sich fragt, wodurch die Verschiedenheit der Querschnittsbilder bedingt ist, so kann man nicht umhin, entweder einen verschiedenen Kontraktionsgrad der Myoneme anzunehmen oder die Verschiedenheit der angewandten Technik zur Verantwortung zu ziehen.

Nach allen Autoren, die sich mit der Untersuchung der feineren Myonemstruktur befaßten, ist ihr Querschnitt homogen. Bütschli trat zwar auch dieser Auffassung bei, fand aber in dem optischen Querschnitt jeder Fibrille einen zarten etwas dunklen Randsaum.

Eine große Anzahl von Beobachtungen läßt mich mit der bisherigen Auffassung eines homogenen Myonemquerschnittes brechen.

Meine Abbildungen lassen unschwer eine feinere Querschnittstruktur erkennen. Eine lichte axiale Protoplasmamasse PMa (Textfig. L, M, U) wird außen von einer relativ dicken Plasmahülle PH abgegrenzt.

Auffallend sind die färberischen Unterschiede der axialen Markschicht *PMa* und der peripheren Plasmahülle *PH*. Während durch die Mallory-Färbung das Plasmamark ungefärbt hell bleibt, erscheint die dicke Rindenschicht leuchtend rot (Textfig. M b[1])). Ähnlich verhalten sich beide Schichten bei der Heidenhain-Färbung. Wiederum bleibt die Axialmasse farblos, während ihre Hülle schwarz gefärbt ist (Textfig. L *PMa*). Auch auf Tafel 1, Fig. 5, 6 sind diese Verhältnisse wiedergegeben.



Textfig. M.

a, b) Myonemquerschnitte. c) Tangential angeschnittene Myoneme. Leitz Comp. Oc. 6; Obj. 1/12 Hom. Immers.
***PH* Protoplasmahülle. *PMa* Protoplasmamark.**

Eine Stütze finden diese Befunde in einer Arbeit von Roskin über die Myonemstrukturen bei *Stentor coeruleus*. Nach Ansicht dieses Autors besteht das Myonem aus zwei Schichten, dem Tecoplasma und dem Kinoplasma. Meine Protoplasmahülle *PH* entspricht dem Roskin'schen Tekoplasma, während meine axiale Plasmamasse *PMa* mit dem Kinoplasma zu vergleichen ist. Eine weitere Analogie zwischen den Roskin'schen und meinen Befunden besteht in dem färberisch verschiedenen Verhalten von Teko- und Kinoplasma. Roskin glaubt, in der morphologischen Differenzierung beider Schichten den Ausdruck einer funktionell verschiedenen Beanspruchung zu sehen. Während das Tekoplasma eine feste elastische und dehnbare Hülle darstellt, soll das zentrale, fein fibrillär strukturierte Kinoplasma das eigentliche kontraktile Element der *Stentor*-Myoneme darstellen.

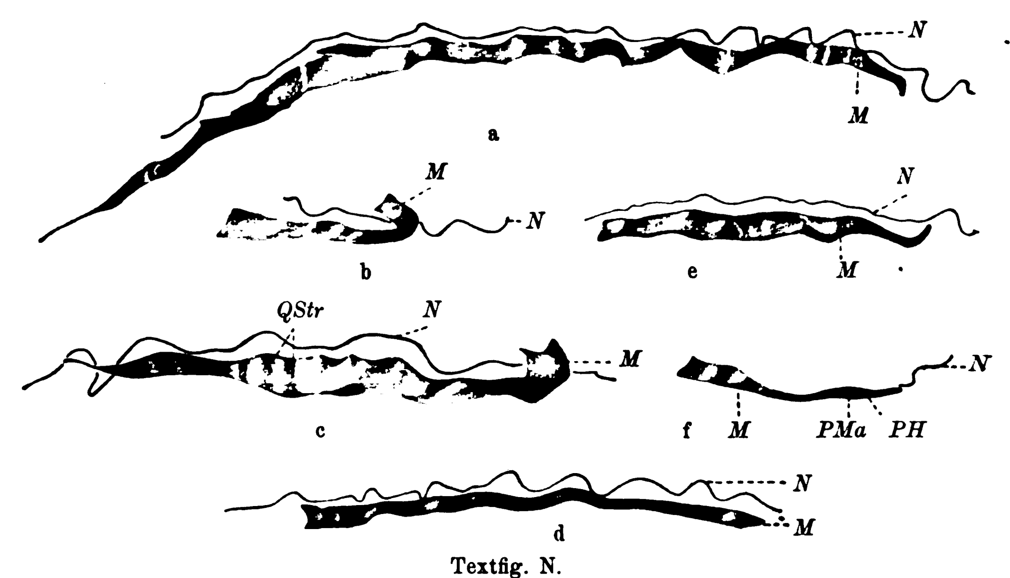
Leider stehen die Tafelerklärungen Roskin's mit seinen Ab-

---

[1]) Die Myonemhülle dieser Mallory-Präparate ist hier schwarz wiedergegeben.

bildungen in Widerspruch. Myonemquerschnittsbilder fehlen bedauerlicherweise völlig.

Ein Vergleich von Quer- und Längsschnitten läßt auch bei letzteren die dunkle Myonemhülle wiedererkennen. Textfig. O c stellt ein Myonem dar, dessen schmale Kante mit den zufällig um ihre Längsachse torquierten Enden in die Schnittebene fiel. Ähnlich erklären sich die Textfig. N e, N f, O d u. O f, nur mit dem Unterschiede,



Textfig. N.

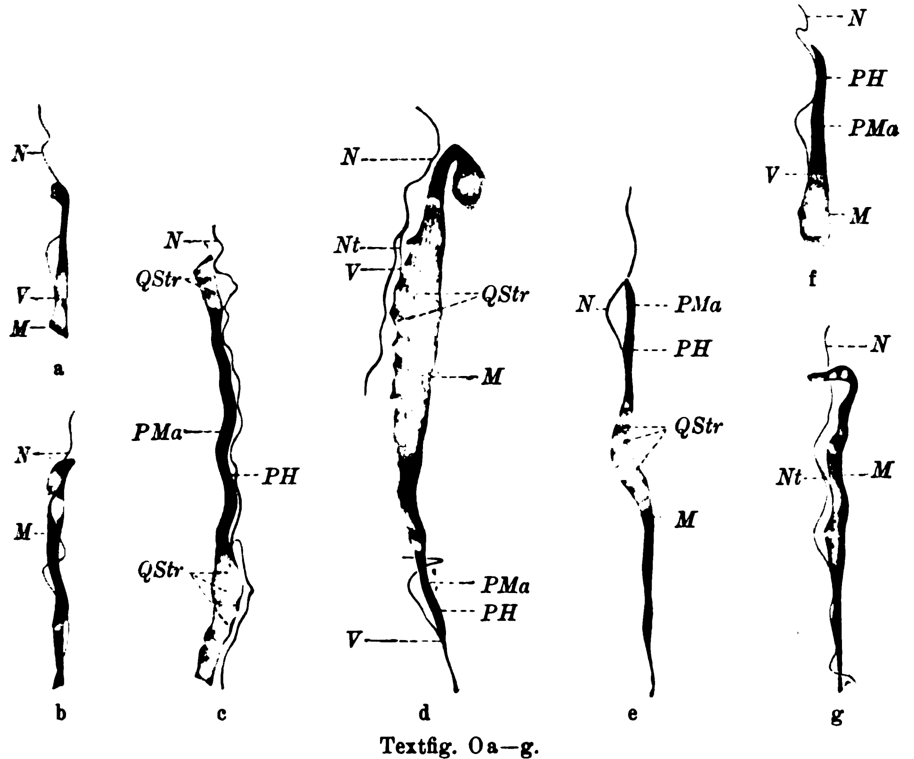
a—f. Myoneme mit ihren Neuroiden. Leitz Comp. Oc. 6; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20. Nachträglich vergrößert.
M Myonem. *N* Neuroid. *QStr* Querstreifung. *PH* Protoplasmahülle. *PMa* Protoplasmamark.

daß hier nur das eine Ende gedreht ist. Einer besonderen Erklärung bedarf die Textfig. O e. Sie stellt ein Myonemband dar, dessen beiden Enden im Gegensatz zu Textfig. O c infolge Drehung um ihre Längsachse von der Kante getroffen sind, das Mittelstück dagegen von der Fläche. Wie die Querschnitte lassen auch diese Abbildungen deutlich das lichte axiale Plasmamark *PMa* und die dunkle Plamahülle *PH* erkennen.

b) Myonemquerstreifung.

Ein biologisch eigenartiges Phänomen ist die Querstreifung der *Stentor*-Myoneme. Ihre Entdeckung muß auf Bütschli und Schewiakoff zurückgeführt werden, die diese Erscheinung unter günstigen

Verhältnissen sogar an lebenden *Stentoren* beobachteten. SCHRÖDER allein scheint sie bisher wieder aufgefunden zu haben, wenn auch DELAGE und HÉROUARD in ihrem „Traité de Zoologie concrète" darauf hinweisen und sagen: „Comme les tissus contractiles des animaux plus élevés en organisation les myonèmes sont anisotropes, c'est-à-dire ont la double réfraction."



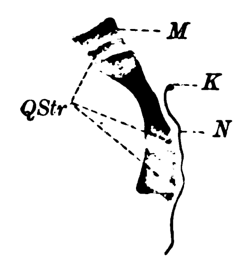
Textfig. O a—g.

Beziehungen zwischen Myonem und Neuroid. a) Stark geschlängeltes Neuroid neben einem relativ gestreckten Myonem. Die Verbindung beider ist sichtbar. b) Das geschlängelte Neuroid liegt auf dem Myonem. c) Das Myonem zeigt regelmäßige Querstreifung. d) Das Neuroid gibt einen Ast ab, der mit dem Myonem in Verbindung tritt. e) Außer seiner Verbindung mit dem Neuroid läßt das Myonem Querstreifung erkennen. f) Dasselbe wie bei d. g) Dasselbe wie bei a. LEITZ Comp. Oc. 6; Obj. $^{1}/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20. Nachträglich vergrößert. *M* Myonem. *N* Neuroid. *V* Verbindung von Neuroid und Myonem. *PH* Protoplasmahülle. *PMa* Protoplasmamantel. *Nt* Neuroidast. *QStr* Myonemquerstreifung.

Das gesamte Ectoplasma der *Stentoren* besitzt nach ENGELMANN schwach doppelt brechende Eigenschaften. Eine Querstreifung und Anisotropie der Myoneme selber zu beweisen, war ihm unmöglich.

Untersuchungen am Stielmuskel von *Zoothamnium arbuscula* und einer Reihe anderer *Vorticellen*, die mit voller Sicherheit das Vorhandensein von Doppelbrechung ergaben, erübrigen in Hinblick auf diese Tatsachen für ENGELMANN einen direkten Beweis für die *Stentor*-Myoneme. Er kam bei seinen Untersuchungen zu ganz überraschenden Resultaten, die er so zusammenfaßt: „Zwischen gekreuzten Nicols leuchtete derselbe prächtig silberweiß auf dem dunklen Grunde. Schätzungsweise war die Kraft der Doppelbrechung des lebenden Muskels nicht geringer als die in Canadabalsam eingeschlossener Muskelfasern von Insekten und Wirbeltieren und merklich größer als die lebendiger in Kochsalzlösung oder Serum untersuchter Schenkelmuskeln von *Musca*".

Auch ROUGET und andere wiesen die relativ starke Doppelbrechung bei *Vorticellen* nach.



Textfig. P.
Myonem mit Neuroid, das hier ein „Endknöpfchen" zeigt. Letzteres erklärt sich wie die terminalen Neuroidverdickungen in Fig. T a. LEITZ Comp. Oc. 6; Obj. 1/12 Hom. Immers. Apert. 1,20. Nachträglich vergrößert.
M Myonem. *N* Neuroid. *K* Neuroidknöpfchen.
QStr Myonemquerstreifung.

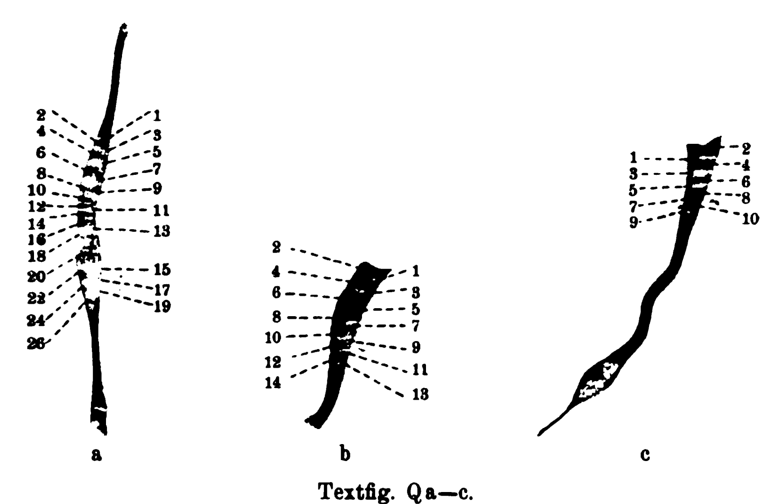
Nach eingehender Untersuchung stellt JOHNSON die Myonemquerstreifung in Abrede und glaubt, sie für ein Kunstprodukt halten zu müssen: "Neither have I been able to make out the transverse striations figured by BÜTSCHLI, even with the 2 mm apochromatic homogeneous immersion of ZEISS. While I do not assert the absence of the striae, owing to my inability to see them, I would nevertheless suggest that the appearence observed by BÜTSCHLI was of artificial origin."

Zu dieser Auffassung gesellt sich ein neuerer Autor, ROSKIN, der keine gestreifte Myonemstruktur auffinden konnte.

Wenn auch keine Untersuchungen über das Verhalten der *Stentor*-Myoneme im polarisierten Licht vorliegen, so scheint es mir nicht unwichtig, daß bei anderen Protozoenmuskeln dieser Hinweis häufig gemacht wurde.

Auf Grund meiner Untersuchungen muß ich mich den Anschauungen von BÜTSCHLI, SCHEWIAKOFF und SCHRÖDER anschließen und von neuem auf die merkwürdige Querstreifung der *Stentor*-Myoneme hinweisen.

Streifungen (QStr), wie sie die Präparate Textfig. Nc, Od zeigen, könnten sich vielleicht auf eine einfache wellige Schlängelung der Myoneme zurückführen lassen und so nur Querstreifungen vortäuschen. Schwieriger ist dieser Einwand gegen die gleichmäßige und scheinbar gesetzmäßige Querstreifung der Myoneme von Textfig. Oc u. e zu erheben. Textfig. Qa—c endlich zeigen *Stentor*-Muskeln, deren Querstreifung so regelmäßig und gleichförmig angeordnet ist, daß es sich hier wohl kaum um Kunstprodukte handeln könnte. Dunkle und helle Streifen wechseln in ganz regelmäßiger Weise ab, eine protoplasmatische Metamerie, die wohl kaum anschaulicher zu machen ist, als durch einen Vergleich mit der Querstreifung des Metazoenmuskels.



Textfig. Qa—c.

Isolierte Myoneme mit deutlicher Querstreifung. Leitz Comp. Oc. 4; Obj. 1/12 Hom. Immers. Apert. 1,20. Nachträglich vergrößert.

Liegt nun hier eine Differenzierung in isotrope (Textfig. Oc, Oe, Qa—c ungerade Zahlen) und anisotrope (Textfig. Oc u. e, Qa—c gerade Zahlen) Substanz vor? Ist dieses Phänomen den Erscheinungen der Iso- und Anisotropie des Metazoenmuskels gleichzusetzen? Und das zugegeben, besteht dann überhaupt eine kausale Verknüpfung von Anisotropie und Kontraktilität, von Bau und Leistung des *Stentor*-Myonems? Und muß die Kontraktion Hand in Hand gehen mit der Querstreifung?

Alle diese Fragen sind noch völlig ungeklärt, sie haben nur spekulativen Charakter.

Nichts oder kaum etwas wissen wir selbst von der kontraktilen

Substanz des Metazoenmuskels und der Veränderung seiner Querstreifung bei der Kontraktion. Wie überhaupt diese Querstreifung zustande kommt, ist ein offenes, bisher ungelöstes Problem.

ENGELMANN und HÜRTHLE verlegen den Sitz der verkürzenden Kraft in die anisotrope Substanz. ROLLET hält eine Beteiligung der isotropen Substanz bei der Kontraktion nicht für ausgeschlossen.

Im Gegensatz dazu verneint BERNSTEIN, daß Doppelbrechung überhaupt eine notwendige Bedingung für die Kontraktionsfähigkeit sei und gibt nur zu, daß mit der gesetzmäßigen Anordnung der doppelbrechenden Teilchen das Vermögen der Fasern, sich ausschließlich in der Längsrichtung zu kontrahieren, zusammenhänge.

Bezüglich der Kontroverse über die Zulänglichkeit der Querstreifung zur Erklärung der Kontraktilität verdient schließlich noch der moderne Standpunkt von v. FÜRTH erwähnt zu werden.

Er befaßt sich mit den Schlußfolgerungen ENGELMANN's: „Kontraktilität, wo und in welcher Form sie auftreten möge, ist gebunden an die Gegenwart doppelbrechender, positiv einachsiger Theilchen, deren optische Achse mit der Richtung der Verkürzung zusammenfällt“ und vertritt die Meinung, daß diese ENGELMANN'schen Anschauungen gut in Einklang zu bringen sind mit der modernen Auffassung vom Wesen des Kontraktionsvorganges.

Diese Formel gilt vielleicht für den quergestreiften Metazoenmuskel. Ob sie aber für die *Stentor*-Myoneme anwendbar ist, bleibt vorläufig eine unerledigte Frage.

Zusammenfassend möchte ich mein Urteil über den Wert des feineren histologischen Aufbaues des *Stentor*-Myonems dahin präzisieren, daß ich als ein sehr wertvolles und unbedingt sicheres Kriterium für die Analogie des *Stentor*- und des quergestreiften Metazoenmuskels diese Mikrostrukturen (Textfig. Qa—c) nicht ansehen möchte. Auch soll die Anführung dieser Überlegungen nicht etwa der Aufstellung einer Hypothese im Sinne einer weitgehenden Analogie zwischen Protozoen- und Metazoenmuskel gleichkommen, vielmehr sollen sie nur darauf hindeuten, daß die Beweiskraft dieser Mikrostrukturen allein für eine solche Annahme nicht ausreichen kann Es muß nach weiteren treffenderen Vergleichspunkten gesucht werden.

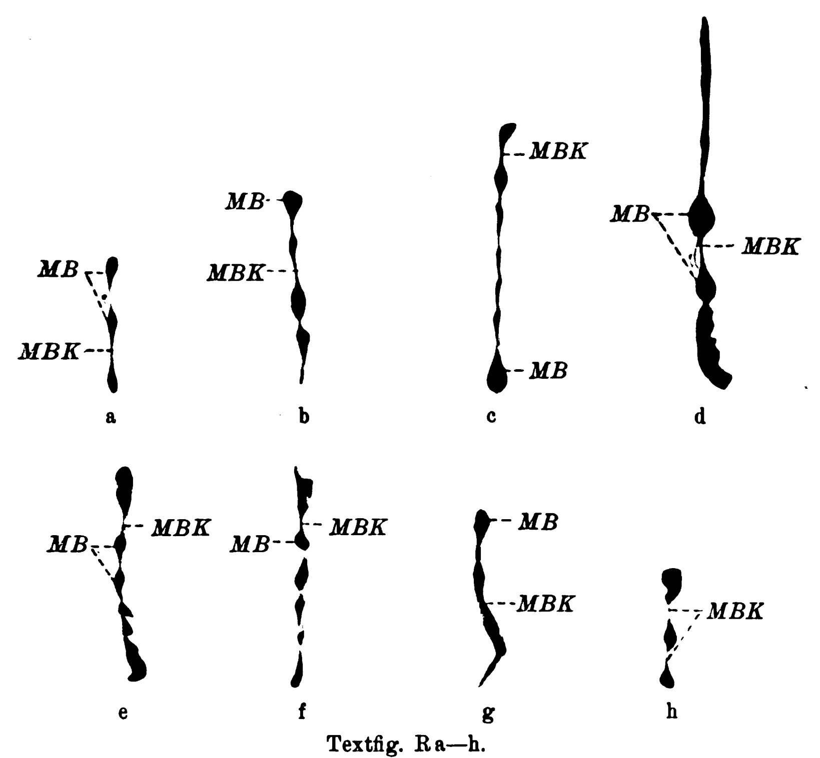
8. Atypische Myonemformen.

Bei meinen Myonemuntersuchungen stieß ich gelegentlich auf atypische Myonemformen, die von den bisher beschriebenen abweichen. Wenn ich auch vorläufig keine Erklärung für sie zu geben vermag,



sondern mich auf Vermutungen beschränken muß, so möchte ich doch die Befunde an dieser Stelle anhangsweise mitteilen.

An Stelle der gewöhnlichen Bandform, wie sie oben beschrieben wurde, zeigen diese Myoneme ein rosenkranzartiges Aussehen. Die Textfiguren R a—h lassen deutlich lokale Verdichtungen der Myonem-



Textfig. R a—h.
Atypische Myonemformen mit Myonembauch und -brücke. Oc. 3; Obj. 1/12 Hom. Immers. Apert. 1,20. Nachträglich vergrößert.
MB Myonembauch. *MBK* Myonembrücke.

substanz, die die Bildung einer Reihe von Anschwellungen (*MB*) zur Folge haben, erkennen. In Textfig. R a, R h sind drei solcher Myonembäuche wiedergegeben, die sich in bestimmten Abständen voneinander befinden und durch weniger dunkel gefärbte Myonembrücken (*MBK*) verbunden sind. Weniger gleichmäßig in ihrer Anordnung sind die Myonemanschwellungen oder -knoten in Textfig. R e—g.

Dieser Befund steht nicht vereinzelt da. Es ist interessant, daß Lebedew eine rosenkranzartige Gestalt der Myofibrillen von

Tracheloceroa phoenicopterus beschreibt, die dem *Stentor*-Myonem in Textfig. Rc nicht unähnlich ist.

Bei der Myonembearbeitung von *Stentor coeruleus* gibt SCHRÖDER ganz ähnliche Bilder wie meine Textfig. Rb, deutet sie als Ansichtsbilder der quergestreiften Myonembänder von der Schmalseite und faßt sie auf als Ausdruck einer Kontraktion.

LEBEDEW tritt für die SCHRÖDER'sche Ansicht ein und sagt von den rosenkranzartigen Myonemen von *Trachelocerca phoenicopterus*: „In meinen Präparaten, die in bezug auf Plasmaerhaltung und Kernstruktur gar nicht schlecht sind, fand ich solche Anschwellungen immer bei den stark kontrahierten Exemplaren und an den am stärksten zusammengezogenen Stellen." Er schließt daraus, daß diese Anschwellungen in direktem Zusammenhang mit der Kontraktion stehen.

Ähnlich äußert sich auch ROSKIN, der während der Kontraktion eine Verdichtung des Kinoplasma (cf. S. 25) bei den *Stentor*-Myonemen fand. „In Fällen, wo die Kontraktion unter dem Einflusse außerordentlicher Ursachen geschieht, kann dieselbe bei dem Myonem die Bildung einer Reihe von Anschwellungen zur Folge haben." In anderen Fällen soll es nach ROSKIN sogar zu einem völligen Zerfall des Kinoplasma in Tropfen kommen.

Alle Autoren scheinen sich darin einig zu sein, daß es sich bei den lokalen Verdichtungen dieser kontraktilen *Stentor*-Organoide um Strukturbildungen handelt, die ihre Entstehung dem Kontraktionsprozeß verdanken.

Wenn es auch fraglich erscheinen kann, ob hier normale Myoneme von besonderer Struktur vorliegen und es nicht ausgeschlossen ist, daß es sich nur um Artefakte handelt, so bin ich doch der Ansicht, daß die Anschwellungen, wie sie die Textfig. Ra—h zeigen, recht gut in direktem Zusammenhang mit der Kontraktion stehen können.

IV. Neuroide (Neurophane).

1. Allgemeine Betrachtungen.

Die feinere Differenzierung des Protoplasma dieses Elementarorganismus ist so weitgehend, daß die Frage nach der Existenz von konduktilen oder reizleitenden Gebilden und somit die grundlegende Frage nach den Anfängen der Ausbildung eines Nervensystems im Tierreich überhaupt sehr in den Vordergrund tritt.



Reizerscheinungen und Reizleitungen bei den Protozoen, die vor allem von PFEFFER, VERWORN, LOEB, JENNINGS, MAST und vielen anderen studiert wurden und eine fast unübersehbare Literatur zeitigten, sind allgemeine Eigenschaften des Protoplasma. Ich gehe darauf nicht weiter ein.

Erwähnenswert dagegen, glaube ich, sind Fälle, die wir bei den Infusorien kennen, bei denen eine spontane Entladung und sehr rasche Weiterleitung von Bewegungspotenzen zu einer plötzlichen komplizierten und koordinierten Bewegung führen. Diese verwickelte Gesamtfunktion aber kann nur zurückgeführt werden auf das genau abgestimmte Zusammenwirken von Elementarfaktoren, von Organellen, die, obwohl räumlich nebeneinander, doch unabhängig voneinander durchaus spezifische Funktionen im Dienste des Gesamtelementarorganismus haben: Das Prinzip der Arbeitsteilung bei den Protozoen.

Je höher aber die Differenzierung, desto schwieriger die Regulierung. Und es leuchtet ein, daß eine Überspitzung dieses Prinzips die Gefahr einer Irregulierbarkeit in sich birgt. So nimmt die spontane Neigung, dem zweckmäßigen und koordinierten Zusammenwirken der elementaren Zellorganoide (z. B. eines *Stentor*) ein morphologisches Substrat zugrunde zu legen, nach meiner Ansicht die Gestalt und Tragweite eines Postulats an.

Ebenso glaubt BAGLIONI auf Grund der Untersuchungen JENNING's an höher differenzierten Protozoen ein Nervensystem bei diesen Tieren annehmen zu dürfen. „Daß ein kompliziert gebautes Protozoon, ebenso wie es über Myoide, Nesselkapseln und Trichocysten verfügt, auch Elemente besitzen kann, die zur Reizaufnahme und Reizumwandlung an der Körperoberfläche (also einer Art von Sinnesorganellen) und weiter zur Erregungsübertragung und auch zur Erregungsumwandlung im Innern des Zellprotoplasmas dienen, ist beim heutigen Stand der Wissenschaft als sehr wahrscheinlich zu betrachten, ja sogar von vornherein zuzugeben."

2. Reizleitungsstrukturen bei Pflanzen.

Diese Ansicht scheint mir um so berechtigter, als es nicht an Arbeiten fehlt, die sogar bei Pflanzen Strukturen aufdeckten, die der Reizleitung, dem wichtigen Zwischenglied zwischen Reizperzeption und Reizreaktion, dienen sollen.

Wenn auch die physiologische Arbeitsteilung bei den Pflanzen nicht in dem Maße vorhanden ist, daß ihnen ein dem tierischen Nervensystem analoges Reizleitungssystem unbedingtes Bedürfnis ist,

so möchte ich diese Arbeiten doch nicht unberücksichtigt lassen, da sie mir nicht nur biologisch bedeutungsvoll, sondern einen Wertzuwachs zur Aufhellung des hier gestellten Problems darzustellen scheinen. Man könnte sich auch fragen, ob denn diese besonderen histologischen Einrichtungen erforderlich sind für die Reizleitung. Eine unbedingte Bejahung dieser Frage scheint mir nicht angängig zu sein. Immerhin dürfte eine solche Einrichtung zweckmäßig und aus ökologischen Gründen für eine möglichst rasche Reizfortpflanzung erstrebenswert sein.

Auf alle die einzelnen diesbezüglichen Arbeiten einzugehen, kann nicht meine Aufgabe sein und würde mich weit über den Rahmen meiner Arbeit hinausführen. Ich beschränke mich auf einige der wichtigsten hierher gehörenden Untersuchungen.

1897 beschrieb NEMEC in ruhenden Zellen besondere Plasmastrukturen, in denen er faserige Differenzierungen feststellen konnte.

Dieselben Beobachtungen machte er später bei *Allium cepa*. In ihrer Wurzelspitze beschrieb er sie als „einen durch die Zelle sich ziehenden plasmatischen Streifen". Untersuchungen in vivo zeigten auf Längsschnitten in verschiedenen Zellen longitudinal verlaufende dichte Plasmastränge. Eine feinere Struktur ließ sich dabei nicht erkennen. Erst Vitalfärbungen mit Methylenblau ermöglichten das. Sie deckten in den längs verlaufenden Plasmasträngen feine intensiv blau gefärbte Fasern auf. Fixiertes und gefärbtes Material gestattete eine bessere Einsicht in die feineren Verhältnisse und ließ Beziehungen dieser Stränge zu dem Zellkern erkennen. „Auffallend ist, daß die Plasmastränge fast immer in Berührung mit dem Kern kommen." Diese Beziehung zwischen Kern und Plasmasträngen ist nach NEMEC nur eine vorwiegend topographische, wenn er auch der innigen Berührung beider eine physiologische Bedeutung nicht unbedingt abspricht. So meint er, der Reiz werde auf dem Wege der Fibrillen dem Kern übermittelt, und durch dessen Vermittlung würden Vorgänge in den Zellmembranen hervorgebracht, die zur Reaktion führten. Schließlich erwähnt NEMEC noch die Möglichkeit, den Kern als genetisches und trophisches Zentrum der Fibrillen aufzufassen. Die Plasmastränge mit ihrer fibrillären Struktur ziehen nun auf dem möglichst kürzesten Weg von Zellwand zu Zellwand. Dabei wird der Kern berührt.

Er schreibt diesen fibrillären Gebilden reizleitende Funktion zu und sagt: „Es ist wahrscheinlich, daß es sich hier um Vorrichtungen handelt, die im Dienste der Reizleitung stehen".

In den Wurzelspitzen anderer Pflanzen (*Equisetum arvense*, *Hyacinthus Miehe*) fanden sich zwar Plasmastränge, Fibrillen ließen sich mit voller Sicherheit nicht erkennen. „Trotz großen Bemühens habe ich nur hier und da in diesen Plasmasträngen eine fibrilläre Struktur erkannt".

Die Wurzelspitzen von *Ceratopteres thalictroides* und *Azolla caroliniana* ließen nichts von Fibrillen erkennen. Bei anderen Farnen (*Woodwordia radicans* und *Aspidium decusatum*) finden sich „ganz merkwürdige eigentümliche Gebilde in gewissen Pleromzellen", die als Fibrillen aufgefaßt wurden und die denen für *Allium* beschriebenen homolog sind.

Auch auf phanerogame Pflanzen wurden die Untersuchungen ausgedehnt. Zahlreiche Arten von ihnen zeigten deutliche Fibrillen oder wenigstens Plasmastränge. In der Wurzelspitze von *Ceratozamia robusta* war nichts Derartiges zu finden. *Zanichellia palustris* zeigte Fibrillen von großer Ähnlichkeit mit den *Aspidium*-Fasern. Die Wurzelspitzenfibrillen von *Trianea bogotensis* waren denen der Farne nicht unähnlich. *Iris germanica* zeigte ein Fibrillensystem, das in derselben Form entwickelt ist, wie das in den Wurzelspitzen von *Allium cepa*. Die Spitzen von *Hyacinthus orientalis* zeigten ein mächtig entwickeltes Fibrillensystem. Wenn es auch schwierig war, eine Fibrillenstruktur in der Wurzelspitze von *Panicum miliaceum* zu erkennen, so ließ sich immerhin ein ähnlicher Bau, wie er für *Allium* beschrieben wurde, feststellen. Fibrillen fanden sich ferner bei *Cucurbita pepo* und *melopepo*. Schwierigkeiten machte ihr Auffinden bei *Vicia faba*, *Pisum sativum*, *Roripa amphibia* und *Solanum tuberosum*.

Bei den verschiedenen Pflanzen finden sich also fibrilläre Strukturen, die in ihrer Form prinzipiell übereinstimmen. „Diese Tatsache spricht dafür, daß dieselben nicht zufällige und bedeutungslose Strukturen vorstellen."

Worin liegt aber nun die physiologische Bedeutung dieser Strukturen? Die morphologischen Untersuchungen allein können notwendigerweise unmöglich diese Frage befriedigend und entscheidend beantworten. Hinzu kommen müssen überzeugende experimentelle physiologische Untersuchungen.

Nemec stellte sie an und kam zu dem Schluß: „... daß das Fibrillensystem höchstwahrscheinlich vorwiegend eine reizleitende Struktur vorstellt und daß sich dieselbe mit den reizleitenden Strukturen der Metazoen vergleichen läßt".

Dieser Analogieschluß scheint mir durch nichts gerechtfertigt. Wenn Nemec auch einen kontinuierlichen Verlauf seiner Fibrillen von einer Zellwand zur anderen feststellte, und außerdem die plasmatischen Stränge an den Querwänden miteinander „korrespondieren", so hat er damit wohl eine Kontiguität, aber noch keine direkte Kontinuität erwiesen. Und das darf man wohl verlangen.

Zur Beweiskraft der Nemec'schen experimentellen Untersuchungen sagt Fitting: „Irgendeinen experimentellen Beweis dafür, daß die „Fibrillen" tatsächlich mit der Reizleitung in Beziehung stehen, hat Nemec aber nicht erbracht. Denn die Angaben, daß die Fibrillen durch äußere Eingriffe, so z. B. durch hohe oder niedrige Temperaturen, durch Chloroform, Ätherdämpfe und durch Wundreiz desorganisiert werden und daß das Aufhören und Wiedereinsetzen der Reizleitung mit der Degeneration und Regeneration der Fibrillen gleichen Schritt hält, kann als solche nicht angesehen werden, da die Desorganisierung der Fibrillen auch der Ausdruck einer tiefgreifenden, vorübergehenden Schädigung der ganzen Zelle ist, mit der der Ausfall der Reiztransmission verkettet sein könnte."

Andere Autoren prüften die Nemec'schen Untersuchungen nach und stellen ihre Ergebnisse in Frage. Koernicke und Fitting suchten vergeblich nach Nemec's Fibrillen. Schwerwiegend sind die Bedenken Haberlandt's. Die Nemec'schen Fibrillen sind nach seiner Ansicht Fäden und Lamellen des strömenden Plasma und seine Abbildungen schematisiert. Selbst an Pflanzenteilen mit verhältnismäßig raschem Leitungsvermögen (Sinnesorgane) blieben Haberlandt Fibrillen verborgen.

Es fehlen eben noch kritische Arbeiten und unzweideutige Versuche, um an die Stelle des Hypothetischen wissenschaftlich faßbare und methodisch nachweisbare Tatsachen zu stellen. Und doch glaube ich, hat die Nemec'sche Auffassung manches bestechende. Auch

Fitting scheint sich der Möglichkeit nicht zu verschließen, daß es bei Pflanzen besondere reizleitende Organellen gibt und daß diese bei ihnen viel allgemeiner vorkommen und zahlreicher sind, als wir es heute wissen. Wenn man auch geneigt ist, in den Plasmodesmen die Reizüberträger zu sehen, so ist ein exakter Nachweis auch hierfür noch nicht erbracht.

3. Einige historische Daten über Reizleitungen bei Protozoen.

Vermutungen über die Existenz eines Reizleitungssystems mit gesetzmäßigem zentralen Regulierungszentrum bei Protozoen sind wiederholt ausgesprochen worden. Moderne Arbeiten haben sich auch mit dem Versuch einer experimentellen Beweisführung befaßt.

Engelmann stellte 1880 an *Ciliaten* Untersuchungen an über die Beziehung der Wimpern und ihrer Fußstücke zum Protoplasma des Zellkörpers. Bei *Stylonychia mytilus*, einem der bekanntesten hypotrichen Infusorien, werden intracelluläre faserige Gebilde beschrieben, die in Verbindung stehen mit den Seitencirren. Die Cirren — Engelmann nennt sie Wimpern — werden wie Insektenbeine mit großer Geschwindigkeit beim Laufen verwandt. „Von jeder dieser Wimpern nun geht eine äußerst feine und blasse, sicher nicht über 0,2 Micron dicke, homogene, anscheinend weiche Faser aus, die ziemlich dicht unter dem Ectoplasma in senkrecht zur Seitenwand des Körpers, der Bauchfläche parallel gerichtetem Verlauf der Mittellinie des Leibes zustrebt." Nach mehrstündigem Aufbewahren in filtriertem Wasser und Abtötung mit dünner Osmiumsäure konnte er diesen Faserapparat bloßlegen, der ihm dann als „ein System zarter Saiten, die zwischen Randwimpern und Körpermitte parallel ausgespannt sind" imponierte.

Engelmann betont die Unterschiede zwischen den eigentlichen Cirren und diesem Faserapparat, die sich im wesentlichen durch ihr verschiedenes Verhalten Farbstoffen gegenüber auszeichnen. Wenn es sich auch um Fortsetzungen der Cirren ins Protoplasma handelt, so doch nicht im Sinne einer einfachen Verlängerung der Wimpern, sondern vielmehr im Sinne einer unmittelbaren Nachbarschaft beider Gebilde.

Die Frage nach der physiologischen Bedeutung dieses Faserapparates beantwortet Engelmann mit der naheliegenden Vermutung einer nervösen Funktion. Die Momente, die ihn zu dieser Annahme veranlassen, sind: Das Fehlen jeglicher Kontraktilität, ihre Beeinflussung durch den Willen des Tieres im Sinne einer selbständigen und unabhängigen Bewegungsfähigkeit jeder einzelnen Cirre, ihre spezifische Färbbarkeit und ihre mikroskopische Ähnlichkeit mit Nervenfibrillen höherer Tiere.

Derselbe Autor hält sich auf Grund mancher „anatomischer und physiologischer Tatsachen" für berechtigt, eine Körperregion anzunehmen, von der die willkürliche Anregung der Cirren ausgeht und die „in der mittleren Gegend der Bauchseite nahe der Oberfläche zu suchen sei". Er weist dann darauf hin, daß diese Stelle den Ursprung der Fasern darstellt, die mit den Seitencirren in Konnex treten.

Es handelt sich also im Sinne Engelmann's bei *Stylonychia mytilus* um ein Protozoon mit einem nervösen Zentralorgan und leitenden Elementen, die von ihm ausgehen.

Seine Betrachtungen schließt er mit den Worten: „Und wer weiß, ob genauere Nachforschung nicht bald weitere Differenzierungen nervöser Art im Protoplasmaleibe höherer Infusorien entdecken wird!“.

Maupas (1883) gibt eine kurze Darstellung von Fasern, die er als erster bei *Euplotes* fand. Sie gehen aus von der Basalplatte einer jeden Analcirre, verbinden diese Cirren untereinander und streben dem Vorderende des Tieres zu, um sich zu einem einzelnen Faden zu vereinigen, der in der Nähe des Vorderendes des Tieres verschwindet. Erst 1918 konnte Yocom diese nach Maupas plötzlich verschwindenden Fasern weiter verfolgen bis zu einem „motorium“ und konnte eine zusammenhängende Darstellung des komplizierten Fasersystems bei *Euplotes* geben. Ich komme später darauf zurück.

Etwa 20 Jahre nach Maupas konnte Metzner bei der Bearbeitung von *Mgaestoma antericum* Grassi (= *Lamblia intestinalis*) Beobachtungen vorlegen, die bis dahin unbekannt waren. Dieser Flagellat besitzt vier Paar Geißeln: Vorder-, Mittel-, Seiten- und Schwanzgeißeln mit ihren Basalkörnern. Von diesen gehen innerplasmatische Fortsätze aus, auf die Metzner sein Augenmerk richtete. Er konnte ihren Verlauf verfolgen und stellte fest, daß sie die Basalkörner der Geißeln mit einem Gebilde verbinden, das dicht hinter dem Basalknöpfchen der Mittelgeißeln liegt, beide Kernhälften verbindet und als „Kernbrücke“ bezeichnet wird.

Bereits 1889 erwähnten Grassi und Schewiakoff dieses Gebilde und deuteten es als einen Verbindungsstrang beider Kernhälften, der so dem Kern hufeisenförmige Gestalt gibt. Die erwähnten feinen Fasern des innerplasmatischen Strangsystems der Geißeln streben diesem Gebilde zu, das also nicht nur eine Verbindung aller Geißeln untereinander, sondern zugleich ihre Verbindung mit dem Kern bewirkt. Metzner nennt diese Protoplasmamasse Zentralstation. Damit steht er nicht vereinzelt da, denn Plenge beschreibt eine Verbindung des Kernes mit dem Anfang der Schwanzgeißel bei Mycetozoenschwärmern und ähnliche Befunde bei einem Flagellaten des Salamanderdarmes. Zusammenfassend präzisiert Metzner seine Ansicht so: „Meiner Ansicht nach hätten wir es bei den Fortsetzungen der Geißeln in das Leibesplasma mit einer Art Leitungssystem zu tun, das in einer zentralen Protoplasmamasse zusammenläuft, die ihrerseits wieder in Verbindung steht mit dem bilateralen Kern.“ Es ist nun bekannt, daß bei der Bewegung von *Lamblia intestinalis* die Mittelgeißeln die Hauptrolle spielen. Während sie wühlende Bewegungen ausführen, werden die übrigen Geißeln zum Teil nur nachgeschleppt oder führen nur sanfte Bewegungen aus, die zu keinem lokomotorischen Effekt führen können. Berührt irgend etwas die hinteren Geißeln, so schwimmen die Tiere sofort davon. Bereits schwimmende Individuen beantworten einen die hinteren Geißeln treffenden taktilen Reiz mit einer deutlichen Bewegungsbeschleunigung.

Metzner ist auf Grund dieser Tatsachen geneigt, die Geißeln funktionell scharf zu sondern und spricht die Vorder-, Seiten- und Schwanzgeißeln „als eine Art Fühler“ an, während er die Mittelgeißeln für die Lokomotion verantwortlich macht.

Sind diese besonders von Hartmann angezweifelten Metzner'schen Beobachtungsdaten richtig, so geben sie uns das Recht, bei diesem Protozoon von Reizleitungsvorgängen zu reden, die sich von denen der höheren Tiere nur dadurch unterscheiden, daß sie intracytoplasmatisch ablaufen. Vorder-, Seiten- und Schwanzgeißeln stellen Perceptionsorgane dar, die Mittelgeißeln das Antwort- oder Reaktionsorgan. Über ein distinktes Zentralorgan, die „zentrale Masse“ oder „Kernbrücke“, sind Empfangs- und Erfolgsorgan durch ein Reizleitungssystem mit seinen rezeptorischen oder



zentripetalen und effektorischen oder zentrifugalen Abschnitten verknüpft: Eine komplizierte Reizverkettung auf Grund der Funktionsspezifität ihrer Komponenten. So scheint mir ein Analogieschluß mit den Reizleitungsverhältnissen der Metazoenorganismen gar nicht bedenklich.

PROWAZEK lenkte 1903 die Aufmerksamkeit auf ein Fasernsystem bei *Euplotes harpa*, das mit den Cirren des Tieres in Verbindung steht.

Später (1910) beschrieb GRIFFIN eine neue *Euplotes*-Art, *E. worcestere*, die ebenfalls ein Fasernsystem aufweist, das mit den Cirren verbunden ist.

Vergleichspunkte mit den eben geschilderten Verhältnissen bieten Liniensysteme, die die Basalkörperchen hintereinander stehender Cilien miteinander verbinden. SCHUBERG fand 1905 diese protoplasmatischen Differenzierungen unterhalb der Pellicula bei *Paramaecium caudatum* und *Frontonia leucas*. Er hält es nicht für ausgeschlossen, daß die Struktur mit dem Metachronismus der Cilienbewegung in Beziehung zu bringen ist. „Immerhin spricht die besondere Verbindung spezieller Zellteile, wie es die Cilien und Basalkörperchen sind, durch eine eigenartige Struktur dafür, daß diese Struktur mit dem physiologischen Zusammenwirken jener Teile etwas zu tun hat, daß sie vielleicht sogar als die materielle Grundlage hierfür anzusehen ist.“

Erwähnung verdient die Stellungnahme BÜTSCHLI's zu diesen Problemen: „Die Bewegungsvorgänge der Ciliaten überhaupt machen die Annahme unabweisbar, daß das Zusammenwirken der zahlreichen Bewegungsorgane eines Infusors zu vorteilhafter Gesamttätigkeit im Normalzustand von innen geregelt sein muß, daß also nicht nur innere Erregungen, sondern auch vorteilhafte und gesetzmäßige zentrale Regelung derselben vorhanden sein müsse.“

Sehr wahrscheinlich macht NERESHEIMER die Gegenwart eines Nervensystems bei höher differenzierten Ciliaten. In den Zwischenstreifen bei *Stentor coeruleus* gelang es ihm, noch nicht beschriebene Gebilde aufzufinden, die, wie er sich ausdrückt, „man wohl mit größter Wahrscheinlichkeit, wenn auch nicht mit Gewißheit als nervöse Protoplasmadifferenzierungen ansprechen kann“. Es sind das fibrillenartige Organellen, die er nach Analogie des HAECKEL'schen Ausdrucks „Myophane“ als Neurophane bezeichnet. Sie begleiten die Myoneme und unterscheiden sich deutlich von diesen durch ihre verschiedene Färbbarkeit und dadurch, daß sie im Gegensatz zu den Myonemen nicht kontraktil sind. Ihr Verlauf erstreckt sich nach NERESHEIMER vom aboralen Pol bis zum Äquator des Tieres direkt oberhalb der Myoneme und diesen parallel. Endigungen seiner Neurophane gibt er verschieden an. Viele finden ihren Abschluß in einem „etwas verdickten Knöpfchen“, andere verjüngen sich und verschwinden schließlich ganz. Zu diesem auffallenden Verhalten äußert er sich so: „Nun wäre es allerdings nach meinem Dafürhalten eine etwas kühne Annahme, daß die nervösen Organellen unserer Ciliaten etwa schon in sensible und motorische Fibrillen differenziert wären, vielleicht unterschieden durch den Besitz des oben beschriebenen Endknöpfchens.“ Nicht undenkbar, glaube ich, wäre es, daß diese morphologische Scheidung eine funktionelle Differenzierung bedingen könnte, wenn die Voraussetzungen wirklich existierten. Ich werde zu diesem Punkte noch Stellung nehmen. An Serienschnitten konnte NERESHEIMER seine Angaben ergänzen. Er fand elliptische Querschnitte von Myonemen und solche von Neurophanen.

In den Zwischenstreifen von *Spirostomum ambiguum* konnte er ganz ähnliche Fibrillen nachweisen. An Vorticellinen (*Carchesium* und *Epistylis*) ließ sich nichts Derartiges auffinden.

Durch toxikologische Experimente versuchte NERESHEIMER seine ungewöhnlichen Entdeckungen beweiskräftig zu machen. „Gelingt der Nachweis, daß gewisse Gifte, die bei Metazoen notorisch die Nerven affizieren, bei *Stentor* und *Spirostomum* im Gegensatz zu anderen Protozoen eine analoge Wirkung ausüben, so ist das Vorhandensein nervöser Organellen bei diesen hochdifferenzierten Ciliaten anzunehmen. Es wird dann mindestens sehr wahrscheinlich sein, daß die Träger der nervösen Funktion eben die bei anderen Ciliaten nicht nachzuweisenden Neurophane seien."

Als Agentien wurden angewandt: Salzsaures Morphin, salpetersaures Strychnin, dann Atropin, Akonitin, Coffein, Curare, Bromnatrium, Physostigmin, Pikrotoxin und Nikotin. Die Resultate waren in der Tat überraschend. Während andere Protozoen (*Paramaecium*, *Stylonychia*, *Didinium nasutum*, *Amoeba proteus*) in einer 1 proz. salzsauren Morphinlösung in ihrem Verhalten unverändert 14 Tage und länger am Leben blieben, war die Motilität bei *Stentoren* schon nach 30 Minuten herabgesetzt. Sie wurden träger und büßten ihre Empfindlichkeit gegen taktile Reize und Erschütterungen mehr und mehr ein. Versuche an *Spirostomum ambiguum* ergaben das gleiche Resultat. Dieser auffallende Parallelismus im Verhalten dieser Protozoen mit dem der höchst entwickelten Metazoen geht noch weiter.

Atropinzusatz (Antidot gegen Morphinvergiftung) hob die Morphinwirkung auf, so daß dieselben *Stentoren* nach kurzer Zeit ihre volle Reizbarkeit langsam wieder erlangten. Von den anderen Versuchen möchte ich noch kurz die Coffeinwirkung auf *Stentor* und *Spirostomum* erwähnen. Schon nach kurzer Zeit ergab sich bei beiden Tieren eine deutliche Herabsetzung der Empfindlichkeitsschwelle. Gegen Erschütterung und Berührung wurden sie empfindlicher.

Seine Resultate faßt NERESHEIMER dahin zusammen: „Wir haben durch die oft und sorgfältig wiederholten toxikologischen Versuche bei *Stentor coeruleus* und *Spirostomum ambiguum* zweifellos eine so auffallende Übereinstimmung mit den Wirkungen auf die Nerven höher organisierter Tiere festgestellt, daß wir wohl unbedingt das Vorhandensein nervöser Organellen bei diesen Tieren annehmen müssen."

Eine scharfe Kritik widerfuhr dieser Arbeit durch SCHRÖDER (1906), der sie in fast allen ihren morphologischen Ergebnissen als falsch hinstellt, während er die toxikologischen Versuchsergebnisse unberücksichtigt läßt.

Auch ROSKIN lehnt die NERESHEIMER'schen Neurophane ab.

4. Gestalt und Lage der Neuroide und ihre Unterscheidung von den Myonemen.

a) Dicke.

Das Interesse für diesen biologisch doch keineswegs gleichgültigen und wissenschaftlich unwichtigen Gegenstand scheint fast gänzlich erschöpft zu sein, fühlten sich doch meines Wissens bisher nur wenige Forscher angeregt, diesen Problemen nachzugehen oder wenigstens die NERESHEIMER'schen Ergebnisse nachzuprüfen. So führt diese Arbeit, in der Literatur immer wieder zitiert, ein Scheindasein. Wenn bei den Protozoen so wenig bekannt ist von dem, was wir



bei höheren Tieren „Nervensystem“ nennen, so hat das vielleicht einen Grund in der bisherigen aprioristischen Ablehnung dieser Probleme.

Die morphologischen Angaben Neresheimer's schienen mir eine Nachforschung eher zu erfordern als die toxikologischen Untersuchungsergebnisse. Ich habe mich im wesentlichen mit dem morphologischen Teil, der mir zunächst der wichtigere zu sein schien, befaßt, den physiologisch-experimentellen nur gestreift. Er soll einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.

Ich kann nicht verhehlen, daß die Neresheimer'schen Abbildungen recht wenig überzeugend auf mich gewirkt haben. Ob diese bildlichen Wiedergaben seiner Präparate, denn um Schemata wird es sich wohl kaum handeln, geeignet sind, die Neresheimer'schen Darlegungen zu illustrieren und zu stützen, lasse ich dahingestellt.

Die Existenz von fibrillären Strukturen außer den Myonemen in den Zwischenstreifen von *Stentor coeruleus* kann ich bestätigen. Immerhin unterscheidet sich ihr morphologisches Aussehen von den Neresheimer'schen Neurophanen so sehr, daß mir eine Identifizierung seiner mit meinen Fibrillen, die ich „Neuroide“ nennen möchte, nicht absolut berechtigt erscheint. Ein Unterschied in morphologischer Hinsicht von Neurophan und Myonem scheint mir aus keiner der Neresheimer'schen Abbildungen hervorzugehen. Worin die „glückliche Ergänzung“ seiner Anschauungen durch seine Querschnittsbilder liegt, ist mir nicht ersichtlich. Neurophane und Myoneme scheinen mir wenigstens in Fig. 7 seiner Arbeit nicht den geringsten morphologischen Unterschied — wenn man nicht die verschiedene Lage dazu heranziehen will — zu zeigen. Fig. 1 und 2 seiner Tafel lassen die Neurophane dicker erscheinen als ihre zugehörigen Myoneme, wenigstens aber scheinen sie gleich dick zu sein. Bei der Kontraktion sollen die Myoneme nach Neresheimer ihr Volumen um das Dreifache vermehren, die Neurophane dagegen nichts von ihrer Länge und Dicke einbüßen, dafür aber schlaff und geschlängelt sein. Die Konservierung eines gestreckten *Stentor* ist ihm, wie er selbst zugibt, nicht gelungen. Wie erklären sich aber dann die völlig gestreckten Neurophane, die er abbildet (Fig. 2 und zum Teil Fig. 1)? Ferner sollen sich die Neurophane von den Muskelfibrillen durch „ihre ungemein starke Neigung zum Verquellen“ unterscheiden, die soweit gehen kann, daß sie „streckenweise das rosenkranzartige Aussehen der Kerne von *Stentor coeruleus* imitieren“. An meinen Neuroiden habe ich das nie beobachtet, wohl aber zeigen Myoneme (Textfig. R a—h) gelegentlich solche Anschwellungen. Auf Grund

dieses rein morphologischen Verhaltens dieser Protoplasmastruktur halte ich eine Verwechslung von Neurophan und Myonem durch Neresheimer nicht für ausgeschlossen, wenn ich auch in der auffallend verschiedenen Affinität beider Gebilde gegenüber Farbstoffen mit Neresheimer übereinstimme.

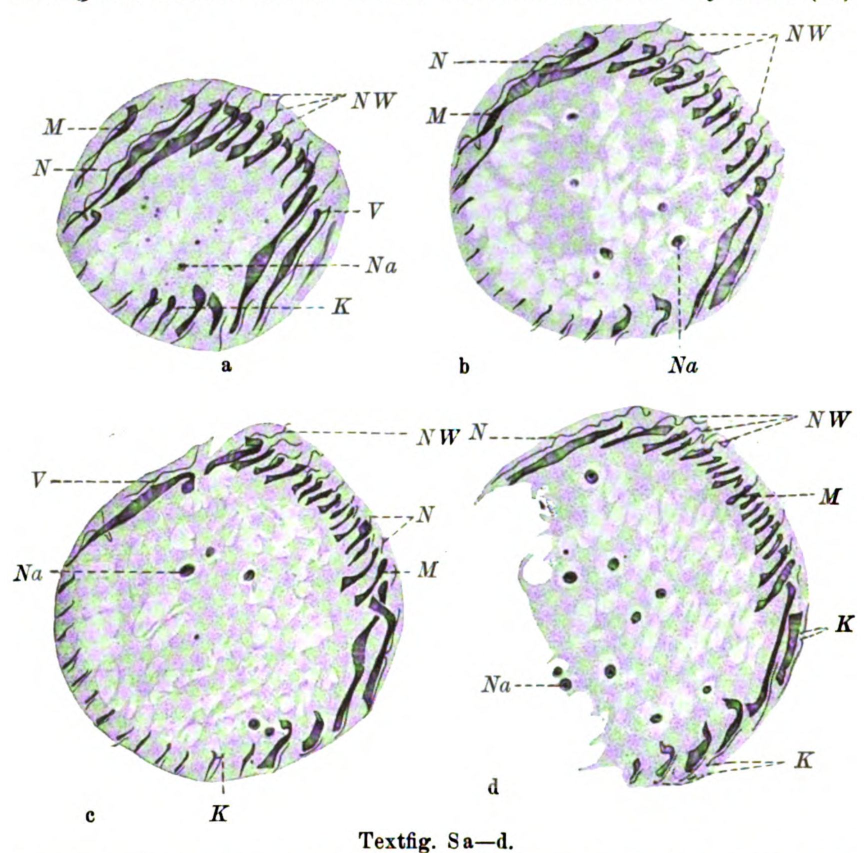
Im Gegensatz zu den leuchtend roten Myonemen färbten sich auch in meinen Präparaten die Neuroide dunkelviolett.

b) Schlängelung.

Myonem und Neuroid unterscheiden sich vor allem durch ihre verschiedene Dicke (Taf. 2, Fig. 12, 13). Das Myonemband mit besonderen oben geschilderten histologischen Differenzierungen ist breit und dick. Das Neuroid hingegen stellt eine feine dunkle Fibrille dar (Textfig. G a—e, N a—f, O a—g, S a—d, Taf. 1, Fig. 5—8). Sehr ausgesprochen findet sich dieser Unterschied in den Mikrophotogrammen Taf. 2, Fig. 12, 13. In Textfig. O d ist ein Myonem mit seinem begleitenden Neuroid wiedergegeben, das teilweise außerhalb der Schnittebene liegt und so eine Kontinuitätsunterbrechung aufweist. Eine besondere Eigentümlichkeit weist Textfig. P auf. Sie zeigt ein relativ breites Myonem, das auf seiner rechten Seite von einem Neuroid begleitet wird, dessen oberes Ende ein „kleines Knöpfchen“ aufweist. Auf seine Bedeutung und Erklärung werde ich später noch zu sprechen kommen. Durch seine starke Schlängelung ist in Textfig. O b das Neuroid so verlagert, daß es dem Myonem direkt außen aufliegt. Die Textfig. N f u. O e lassen abgekappte Neuroide, Neuroidstümpfe, erkennen, die in ihrem Verlauf nur zu einem kleinen Teil in die Schnittebene fallen.

Durchaus verschieden verhalten sich beide Organellen in bezug auf ihre Kontraktilität. Die Myoneme erscheinen bei der Zusammenziehung verkürzt und verdickt; die Neuroide dagegen bleiben ersichtlich stets gleich lang und gleich dick. Sie liegen oberhalb und etwas lateral von den Myonemen und sind schlaff und geschlängelt. So läßt die Textfig. O d eine starke passive Verlagerung des Neuroids erkennen, dessen unteres Ende spitzwinklig geknickt ist und dadurch unterhalb des Myonems zu liegen kommt. In anschaulicher Form gibt die Textfig. N d die starke wellenförmige Schlängelung des Neuroids wieder. Sein zugehöriges Myonem ist zwar auch nicht ganz gestreckt, doch bei weitem nicht so stark geschlängelt wie die feine Fibrille. Auffallend deutlich ist auch die starke Neuroidschlängelung *N* in den Mikrophotogrammen Taf. 2, Fig. 12, 13.

Ein Vergleich der übrigen Abbildungen (Textfig. N b, c u. O a, g) lassen dieselben Erscheinungen mehr oder weniger deutlich erkennen. Relativ gerade gestreckt dagegen ist das Neuroid in Textfig. N e. Es ergibt sich: Auf der einen Seite aktive Kontraktilität, auf der anderen passive Verlagerung! Die Schnittserie Textfig. S a—d zeigt eine große Anzahl relativ dicker und kontrahierter Myoneme (*M*)



Textfig. S a—d.

Schnitte durch die Körperwandung. Myoneme und Neuroide sichtbar. Leitz Comp. Oc. 4; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

M Myonem. *N* Neuroid. *NW* Neuroidschlängelung. *V* Verbindung von Neuroid und Myonem. *Na* Nahrungspartikel. *K* Neuroidknöpfchen.

mit ihren zugehörigen Neuroiden (*N*). Aus der Zeichnung geht, wie ich glaube, die Zugehörigkeit der kontraktilen Fibrille zu ihrem Myonem hervor. Wo sie zu fehlen scheinen, liegen die Neuroide außerhalb der Schnittebene, um sich im nächsten oder übernächsten Schnitt wieder einzufinden. Auffallend ist die durch die Kontraktion

des Tieres bedingte außerordentlich starke wellige Verlagerung der Neuroide (*NW*, Textfig. S a—d), während die Myoneme mit wenigen Ausnahmen einen ziemlich geraden Verlauf erkennen lassen. Textfig. S a, c, d zeigen an verschiedenen Stellen kleine punktförmige Neuroidverdickungen *K*, auf die ich schon in Textfig. P hinwies. Auf ihre Bedeutung werde ich, wie ich auch oben schon erwähnte, später noch einzugehen haben.

5. Topographische und funktionelle Beziehungen zwischen Neuroid und Myonem.

Die topographischen Beziehungen zwischen Neuroid und Myonem lassen besser als die eben erwähnten Abbildungen (Textfig. S a—d) die Querschnittbilder Taf. 1 Fig. 5, 6, 7, 8 erkennen. Von diesen sind Fig. 5, 6 reine Querschnittsbilder, während in Fig. 7, 8 die Schnittebene schräg zur Längsachse des *Stentor* verläuft.

Die Neuroide *N* liegen außerhalb und gelegentlich etwas lateral von ihren zugehörigen Myonemen (Fig. 5, 6, Taf. 1). Wie erwähnt, liegen in Fig. 7, 8 keine reinen Querschnitte vor. Die Myoneme und Neuroide erscheinen infolgedessen nicht ellipsen- resp. punktförmig, sondern lassen eine etwas größere Strecke von ihrem Verlauf erkennen.

Wenn es sich nach der Annahme Neresheimer's bei diesen Gebilden um nervöse Elemente handelt, so erhebt sich die Frage nach den Beziehungen zwischen Neuroid und Myonem. Für die funktionelle Beurteilung der Neuroide scheint mir die Entscheidung dieser Frage von größter Wichtigkeit zu sein. Neresheimer vernachlässigt sie völlig.

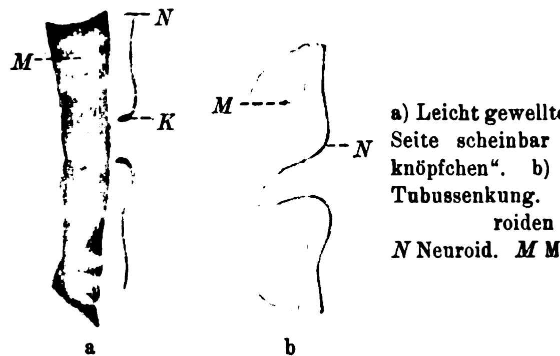
Einige Präparate (Textfig. O a—g) lassen enge Beziehungen zwischen Neuroid und Myonem stark vermuten. So zeigen die Textfig. O a, f einen direkten Übergang von Neuroid und Myonem Weniger deutlich, aber in prinzipiell ähnlicher Weise ist diese Verschmelzung beider Elemente aus den Textfig. O b, e ersichtlich. Besonders wertvoll scheinen mir die Präparate Textfig. O c, d, g. Während in den eben erwähnten Abbildungen das Neuroid als Ganzes im Myonem sein Ende erreicht zu haben scheint, finden sich hier Neuroidstränge; der Hauptstamm hat zur Myonemversorgung nur einen Ast abgegeben.

6. Neuroidknöpfchen und ihre Deutung.

Weiter oben erwähnte ich das wiederholte Auffinden von verdickten „Neuroidknöpfchen“ in meinen Präparaten (Textfig. P, S a, c, d, T). Vielleicht dürfte diese Erwähnung nicht uninteressant

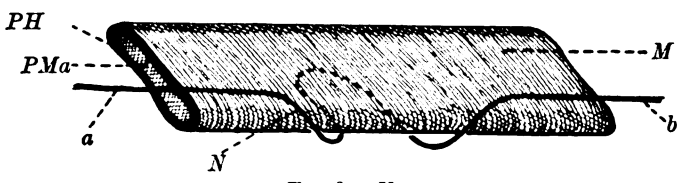
sein, denn schon Neresheimer machte dieselbe Entdeckung. Ich habe diese eigentümlichen Modifikationen gewisser Neuroide eingehend untersucht und konnte feststellen, daß sie in Wirklichkeit überhaupt nicht bestehen, sondern lediglich optische Täuschungen darstellen.

Textfig. U und V stellen einen schematischen Deutungsversuch der in Textfig. T a und T b wiedergegebenen mikroskopischen Bilder dar und bedeuten damit zugleich eine kritische Stellungnahme zu den auch von Neresheimer gesehenen „Endknöpfchen". Textfig. T a



Textfig. T.
a) Leicht gewelltes Myonem. An seiner rechten Seite scheinbar zwei Neuroide mit „Endknöpfchen". b) Dasselbe Bild nach leichter Tubussenkung. Aus den scheinbar zwei Neuroiden ist eins geworden.
N Neuroid. *M* Myonem. *K* Neuroidknöpfchen.

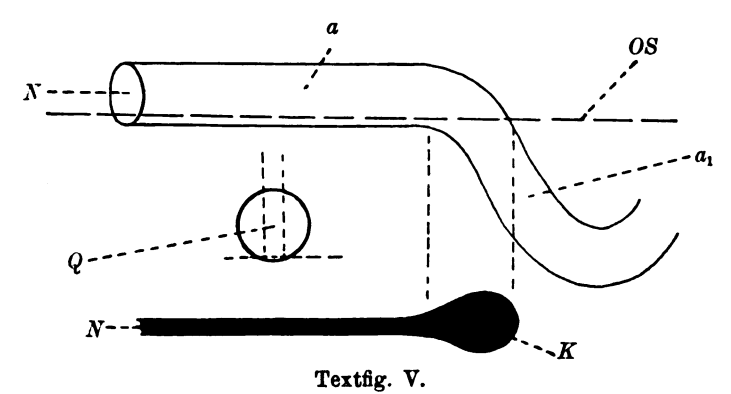
zeigt ein Myonem, das scheinbar von zwei Neuroiden mit je einem „Endknöpfchen" begleitet wird. Bei ganz feiner und vorsichtiger Senkung des Tubus ändert sich das Bild. Textfig. T a wird zu Textfig. T b. Die Endknöpfchen sind verschwunden. Aus den scheinbar zwei Neuroiden ist eins geworden. In Textfig. U habe



Textfig. U.
Schematische Wiedergabe der Beobachtungen an Fig. T a und T b.
PH Protoplasmahülle. *PMa* Protoplasmamark. *N* Neuroid. *M* Myonem.

ich beide Phänomene in einem Schema wiederzugeben versucht. Das zweite Schema (Textfig. V) stellt den isoliert gezeichneten Verlauf des willkürlich vergrößerten Teilstückes *a* (Textfig. U) von dem in Textfig. T beobachteten Neuroid dar. Die Linie *OS* gibt den optischen Schnitt wieder, der durch eine bestimmte Tubussenkung erreicht wird. Es ist klar, daß bei dieser Einstellung von dem horizontal verlaufenden Abschnitt des Neuroids nur ein kleines Segment sichtbar ist

(Textfig. V Q), während von dem schräg nach unten verlaufenden Neuroidteil (Textfig. V a_1) die ganze Zirkumferenz in die Erscheinung tritt. Die dunklere Färbung des „Knöpfchens" erklärt sich zwanglos dadurch, daß an dieser Stelle mehr Substanz geschichtet liegt.



Textfig. V.

Schematische Wiedergabe eines Teiles vom Neuroid ab (Textfig. U). Der Eindruck des optischen Schnittes *OS* ist nach unten projiziert und gibt das Phänomen des Endknöpfchens K von Textfig. T a wieder.
a Horizontal verlaufendes Teilstück des Neuroids *N*. a_1 Schräg nach unten verlaufendes Teilstück. *N* Neuroid. *Q* Querschnitt des schematisierten Neuroids. *K* Neuroidknöpfchen. *OS* Optische Schnittebene durch das schematierte Neuroid *N*.

Die Indiskutabilität der oben erwähnten NERESHEIMER'schen Vermutungen, die sich auf einer vermeintlichen morphologischen Differenzierung seiner Neurophanenden begründen, ergibt sich nach diesen Ausführungen von selbst.

7. Einfluß von 0,4 proz. Na_2SO_4-Lösung auf die Motilität von *Stentor coeruleus*.

In Anlehnung an KOLTZOFF'sche Versuche, die ihm ideal gestreckte Präparate von *Zoothamnium alternans* verschafften, versuchte ich auf dieselbe Art gestreckte *Stentoren* zu bekommen. Wenn ich dabei trotz vieler Mühe zu einem negativen Resultat gelangte, so konnte ich doch Beobachtungen anstellen, die den oben zitierten NERESHEIMER'schen toxikologischen Untersuchungsergebnissen nicht unähnlich sind.

Deshalb möchte ich sie hier kurz erwähnen.

Zur mikroskopischen Beobachtung brachte ich einige *Stentoren* in einem Tropfen Wasser auf einen Objektträger. Unbeabsichtigt fanden sich bei der Untersuchung einige Flagellaten und kleine

Infusorien mit den *Stentoren* vergesellschaftet. Um den Tieren genügende Bewegungsmöglichkeit zu lassen, unterstützte ich das Deckglas durch Glashärchen. Mit einem spitz zugeschnittenen Streifen Fließpapier saugte ich auf der einen Seite langsam Wasser ab, ohne dabei die *Stentoren* in ihrem freien Umherschwimmen zu beeinträchtigen. Mit einer feinen Pipette ließ ich auf der anderen Seite Spuren einer 0,4 proz. Na_2SO_4-Lösung zufließen. Es zeigte sich dabei folgendes: Schon nach 8—12 Minuten zeigten sich deutliche Veränderungen in dem Verhalten der *Stentoren*. Ihre Bewegungen wurden träger bis sie ganz aufhörten. Nach einigen weiteren Minuten wurde auch der Cilienschlag der einigermaßen ausgestreckten Tiere schwächer, bis auch er ruhte. Stärkeres Beklopfen des Objektträgers und derbe Berührungen des *Stentor* mit der Nadel blieben ohne jeglichen Erfolg. Auffallend war nun, daß die zufällig mit den *Stentoren* vergesellschafteten Infusorien und Flagellaten nichts von ihrer bekannten Beweglichkeit eingebüßt hatten. Sie rannten gelegentlich gegen den plump und bewegnngslos daliegenden *Stentor*, ohne daß dieser auf solche taktile Reize etwa mit einer Kontraktion geantwortet hätte. War der Anprall genügend kräftig, so drehte sich der *Stentor* um seine eigene Achse; die einzigste Antwort auf diesen relativ groben Reiz. Beim Versuch, das z. T. gut gestreckte Tier zu konservieren, kontrahierte es sich jedesmal. Neresheimer machte dieselbe Erfahrung. — In der Deutung des Verhaltens dieses doch scheinbar gelähmten Tieres schließe ich mich Neresheimer an, der hierin eine idiomuskuläre Bewegung zu sehen glaubt. In meinem Falle würde es sich um die chemische Einwirkung der Fixierungsflüssigkeit auf die durch die 0,4 proz. Na_2SO_4-Lösung nicht angegriffenen kontraktilen Elemente handeln. Wiederholungsversuche ergaben das gleiche Resultat.

Auch hier zeigt sich eine im Gegensatz zu anderen Protozoen erhöhte Empfindlichkeit des *Stentor* lähmenden Agentien gegenüber.

Es muß aber betont werden, daß diesen Versuchen, so bestechend sie auch auf den ersten Blick sein mögen, irgendeine Beweiskraft nicht zukommen kann, wenn die Tiere auch morphologische Grundlagen für diese Reizphänomene bieten. Ich hoffe, diese Versuche später weiter ausbauen zu können.

Immerhin glaube ich, lagen angesichts der hohen und feinen Differenzierung des *Stentor* berechtigte Gründe vor, nach reizleitenden Organellen zu fahnden. Die morphologische Struktur dieser von Neresheimer und mir gefundenen Gebilde und ihr färberisches Verhalten sind Tatsachen, die zwar ihr Gewicht nicht ohne weiteres

zugunsten des Neuroidproblems in die Wagschale werfen können, dafür aber auf das deutlichste ihre Eigenart unterstreichen.

Gewiß könnte man einwenden, die Myoneme der Protozoen liegen in der Zelle und befinden sich in innigster Berührung mit dem Cytoplasma, so daß vielleicht deshalb etwas der Innervierung und somit den Nerven der Metazoen entsprechendes nicht nötig ist. Dieser Einwand ist nicht ungerechtfertigt, weil er vorläufig nicht zu widerlegen ist. Unmöglich aber kann er die Existenz von Gebilden leugnen, deren Funktion noch zur Diskussion steht. Zu einer Klärung des Nervenproblems bei Protozoen scheint mir dieser Einwand wenig beizutragen, vielmehr nur unnötige und unüberwindbare Schwierigkeiten in die Formulierung des Problems einzuführen. So bedeutet dieser Einwand nur eine Erklärung durch eine Unbekannte.

Ich möchte nicht entfernt den Anspruch erheben, durch meine rein morphologischen Untersuchungen die bezüglichen Fragen auch nur annährend beantwortet zu haben. Doch scheint mir dieser Beitrag nicht wertlos, wenn er noch ungelöste Probleme ans Licht zog und einige Aufmerksamkeit auf sie lenkte.

8. Reaktion von *Stentor coeruleus* auf Induktionsströme.

Über die Empfindlichkeit von *Stentor* machte ich ähnliche Erfahrungen wie Rösle. Bei Reizungen mit Induktionsströmen konnte er eine größere Empfindlichkeit dieses Infusors im Gegensatz zu anderen beobachten. In seiner Arbeit „Die Reaktion einiger Infusorien auf einzelne Induktionsschläge“ bemerkt er folgendes: „Von allen Infusorien, die ich zu meiner Untersuchung herangezogen hatte, zeigten sich bald die *Stentoren* als die geeignetsten Versuchsobjekte. da sie eine viel höhere Reizbarkeit zu besitzen scheinen als alle übrigen.“ Im Gegensatz zu allen anderen von Rösle untersuchten Infusorien (*Paramaecium aurelia*, *Oxytricha parallela*, *Stylonychia mytilus*, *Vorticella nebulifera* und *Vorticella microstoma*) wurde die Schwelle für Induktionsströme bei *Stentor* bedeutend früher als bei den anderen untersuchten Tieren erreicht. Dieses abweichende Verhalten bringt Rösle merkwürdigerweise mit dem verschieden großen Volumen der Ciliaten in Zusammenhang, so daß man nach ihm sagen müßte: Die Erregbarkeit eines Protozoon ist seinem Volumen direkt proportional. Ich kann mich dieser Ansicht nicht anschließen. Die Annahme nervöser Organellen scheint mir plausibler, um so mehr, als es nicht an morphologischen Grundlagen dafür zu fehlen scheint.

Meinen Neuroiden auffallend ähnliche Gebilde fand Lebedew (1909) bei einem marinen Infusor, der *Trachelocerca phoenicopterus* Cohn. Auf Quer- und besonders auf Längsschnitten fand sich neben den Myofibrillen eine zweite Fibrillenart. Sie läuft dem Myonem parallel, ist aber von ihm durch eine Basalkörperchenreihe getrennt. Auch die Querschnittsbilder zeigen Basalkörperchen der Wimpern und zwei quergeschnittene Fibrillen. Die Existenz einer zweiten Fibrille unterliegt somit keinem Zweifel.

Die Gestalt dieser zweiten Fibrillenart unterscheidet sich deutlich von der der Myofibrillen. Die rosenkranzförmige Gestalt letzterer fehlt ihnen (vgl. rosenkranzartige Gestalt der Neresheimer'schen Neurophane S. 40). In dem Größenverhältnis beider Fibrillen liegt eine völlige Übereinstimmung vor mit meinen Ergebnissen, während die Neresheimer'schen Befunde abweichen.

Die Frage nach der physiologischen Bedeutung dieser zweiten Fibrille läßt er offen, gibt aber der Vermutung Ausdruck, es könnte sich um ähnliche Gebilde handeln, wie die von Neresheimer entdeckten Neurophane. Er verläßt damit die Frage und betont die Notwendigkeit der experimentellen Beweisführung zur Lösung dieses Problems.

Im Gegensatz zu diesen Auffassungen stehen die Ansichten anderer Autoren (Schuberg 1891, Maier 1903, Schröder 1906, Griffin 1910), die den Fibrillensystemen der Protozoen lediglich Stütz- oder Kontraktionsfunktionen zuschreiben möchten.

9. Amerikanische Arbeiten über das Neuromotorsystem bei Protozoen.

Es ist ein Gefühl der Unzulänglichkeit, das einem nicht erspart bleibt, wenn man das bisher Beschriebene übersieht. Mit Ausnahme vielleicht der Metzner'schen Arbeit handelt es sich bei denen der übrigen zitierten Autoren — auch ich schließe mich nicht aus — nur um die Beschreibung eines Nerventorso. Überall klaffen Lücken in der Beweisführung. Es genügt eben nicht, bestimmte Strukturen festzustellen, sondern vor allem auch ihre physiologische Funktion sicher zu begründen. Und wenn ich selbst oft an der richtigen Deutung meiner morphologischen Untersuchungsresultate gezweifelt habe, so scheinen neuere amerikanische Arbeiten diesen Zweifeln ihre Berechtigung zu nehmen.

So beschreibt Sharp 1914 in einer Arbeit über *Diplodinium ecaudatum*, ein überaus empfindliches, bewegliches und auf äußere Reize sehr leicht ansprechendes Protozoon, ein in sich zusammenhängendes kompliziertes Fibrillensystem. Er nennt

es "neuromotor apparatus", "a structure so intimately and so peculiarly connected with the motile parts of the body that its function as a neuromotor apparatus is strongly indicated". Es erinnert dieser „Apparat" sehr an die von Metzner bei *Lamblia intestinalis* gefundenen Verhältnisse.

Der Sharp'sche Apparat besteht aus einem Zentralorgan, der "central motor mass or motorium" mit Fasern, die nach der Peripherie ausstrahlen. Mikrophotogramme bestätigen diese durch gute Zeichnungen wiedergegebenen Verhältnisse.

Von dem "motorium" laufen Fibrillen nach verschiedenen Richtungen. Je eine dieser Fasern strebt den Wurzeln der dorsalen und adoralen Membranellen zu (dorsal motor strand und ventral motor strand). Besonders interessant ist vor allem der augenscheinlich präzise Anschluß eines Substanzringes, "circumoesophageal ring", der den Ösophagus des Tieres umgibt mit der "central motor mass" durch den "oesophageal ring strand". Die Wandung des Ösophagus zeigt neben kontraktilen Fibrillen zahlreiche äußerst kompliziert angeordnete Fasern, die funktionell dem Nervensystem zuzuschreiben sind ("which are deemed neural in function"). Eine Reihe weiterer Fasern verlaufen vom Zentralorgan, dem "common centre of motor influences", in das Ectoplasma des "operculum" (opercular fibers).

Jede dieser Fasern kann nach Sharp einen oder mehrere Äste abgeben, was an das gelegentlich ähnliche Verhalten meiner Neuroide (Textfig. O c, d, f) erinnert.

Auffallend ist das Verhalten der Membranellen, die auch, wie oben erwähnt, mit dem Zentralorgan verbunden sind. Beobachtungen am lebenden Tiere zeigten eine überraschende Selbständigkeit und Unabhängigkeit der einzelnen Membranellen in ihrer Tätigkeit voneinander. "This fact leads to the believe that each penicillate membranelle is supplied by an individual 'nerve fiber'."

Eine kontraktile oder stützende Funktion dieses Fibrillensystems glaubt Sharp ausschließen zu können.

Wenn er es auch immerhin für möglich hält, daß hier ein Zustand vorliegt, in dem die nervösen, kontraktilen und stützenden Elemente sich auf einer so primitiven Entwicklungsstufe befinden, die eine scharfe Trennung in rein nervöse, rein kontraktile und rein stützende Strukturen nicht zuläßt, so sagt er doch am Schluß seiner Arbeit: "The structural and functional relations of these parts are such as to indicate that they constitute a neuromotor apparatus."

Argumente gegen den "neuromotor apparatus" von Sharp enthält eine Arbeit von Braune. Er bearbeitete dieselbe Gruppe, die *Ophryoscolecidae*, wie Sharp. Für *Ophryoscolex purkynjei* Stein beschreibt er einen großen Fibrillenreichtum, Strukturen, die augenscheinlich dieselben zu sein scheinen, wie sie Sharp bei *Diplodinium* sah. Aus seinen Untersuchungen geht hervor, daß diese Fibrillen einfache elastische Stäbchen sind, denen nur Stützfunktion zukommt. Die von Sharp bei *Diplodinium* gefundene "motor mass" scheint Braune übersehen zu haben oder bei *Ophryoscolex purkynjei* fehlt eine ähnliche Struktur. Immerhin dürften die Mikrophotogramme überzeugender und naturgetreuer sein als die Braune'schen Zeichnungen.

In einem hypotrichen Ciliaten, *Euplotes patella*, beschreibt Yocom ein Fasersystem, das in seinen Anfängen schon von Maupas (vgl. p. 37) im Jahre 1883 entdeckt wurde. Morphologisch und funktionell ist es dem "neuromotor apparatus" von *Diplodinium ecaudatum* an die Seite zu stellen. Daher bezeichnet auch Yocom sein Fasersystem mit "neuromotor apparatus". Es besteht ebenfalls aus einem „motorium" im Sinne Sharp's, dem Zentrum des ganzen Systems. Mit diesem "center of coordination" werden die fünf Analcirren durch Fasern verbunden. Eine



weitere Fibrille stellt die Verbindung dar zwischen dem "motorium" und den Cytostommembranellen. An diese Fibrille schließt sich im Bereich der vorderen Cytostomlippe eine gitterartige sensible Fibrillenstruktur an. Von den Frontal-, Ventral- und Marginalcirren gehen Fasern aus, für die eine Verbindung mit dem Zentrum nicht beschrieben wird. Einzelheiten müssen in der Originalarbeit nachgelesen werden. "The anatomical continuity of this fibrillar system, its selective staining properties, the anterior, free position of the motorium and the intimacy of its several branches with the large, vigorous anal cirri, with the peculiar diffused lattice-work of the oral lip and with the ever active membranelles, these were significant features with strongly suggestes that the whole, unique arrangement must have a function more highly spezialized than merely that of the support or even one of contractility" (Taylor: Neuromotor apparatus in Euplotes).

Auf der Basis dieses Neuromotorsystems bestehen also einerseits innige Beziehungen zwischen den Bewegungsorganellen und denen, die der Nahrungsaufnahme dienen und andererseits zwischen den Bewegungs- und Empfindungsorganellen, die sich in der vorderen sensiblen Cytostomlippe finden.

Membranellenbewegung und Lokomotion des Tieres bei der Nahrungsaufnahme sind so koordiniert. Ortsbewegungen als Antwort auf Empfindungen, perzipiert von den vorderen Cytostommembranellen und dem Fibrillengitter in der vorderen Cytostomlippe, werden so verständlich.

Es liegt nahe, hierin ein histologisches Substrat für die Erfüllung des biologischen Grundbedürfnisses, der Erhaltung des Individuums, zu vermuten.

Nicht allein bei den höchst differenzierten Protozoen, den Ciliaten, ist ein sogenannter "Neuromotorapparatus" beschrieben worden. Mit demselben Namen belegte man weniger komplizierte Fibrillenstrukturen, die sich bei den primitiveren Flagellaten und selbst bei einer einfachen Erdamöbe vorfinden.

Auf die einzelnen Arbeiten hier genauer einzugehen, würde zu weit führen. Ich muß deshalb auf die Originalarbeiten verweisen, die ich hier kurz zitieren möchte.

Einen sehr primitiven „Neuromotor Apparat" fanden Alexeieff (1912) bei *Prowazekia* oder *Prowazekella* und Wilson (1916) bei der einfachen *Naegleria*, einer Amöbenart, und ferner Swezy (1916) bei *Polymastix*. Ein Jahr früher (1915) beschrieben Kofoid und Swezy ein solches Fibrillensystem bei *Trichomonas* und Kofoid und Christiansen bei *Giardia*.

Bei ihren Studien an Termitenparasiten stießen 1919 Kofoid und Swezy auf Protozoen, die ein mehr oder weniger gut ausgebildetes Neuromotorsystem erkennen ließen.

Streblomastix strix weist einen relativ einfach gebauten Neuromotorapparat auf, der aus Centrosom, Blepharoplast, 4 Myonemen und 6 Geißeln besteht und

durch den Rhizoplasten mit dem Kern verbunden ist. Die Myoneme werden hier eigentümlicherweise zu dem Neuromotorapparat hinzu gerechnet.

Ein höher entwickeltes Fibrillensystem weist *Trichomitus termitidis* auf, obwohl es prinzipiell denselben Aufbau wie bei *Streblomastix* zeigt. Durch den Rhizoplasten mit dem Kern verbunden sind hier Centroblepharoplast, Parabasalkörper, die undulierende Membran und die Geißeln.

Ein strukturell hoch differenzierter Flagellatentypus ist *Trichonympha campanula* sp. nov., die ein entsprechend gut entwickeltes Neuromotorsystem aufweist, dessen Einzelheiten in der Originalarbeit nachgelesen werden müssen. — Das Fasersystem von *Leidyopsis sphaerica* ist dem von *Trichonympha* nicht unähnlich. Auch hier muß ich auf die Originalarbeit verweisen.

Kofoid und Swezy fanden 1922 ein bilaterales Neuromotorsystem bei *Giardia enterica*, auf das ich der Vollständigkeit halber hingewiesen haben möchte.

Für *Balantidium coli* und *Balantidium suis* beschreibt 1922 McDonald ein hoch entwickeltes und vollständiges Neuromotorsystem. Seine Beschreibung ist so ausführlich und kompliziert, daß ich mir eine Wiedergabe an dieser Stelle versagen muß. Erwähnen möchte ich aber, daß auch dieses Fasersystem die Wechselbeziehungen von Nahrungsaufnahme und Lokomotion zu sichern scheint, wie es für *Diplodinium ecaudatum* (Sharp) und *Euplotes patella* (Yocom) beschrieben wurde.

Einen würdigen Beitrag fanden diese Publikationen durch die Arbeit von Taylor. Sie macht sich die morphologischen Untersuchungsergebnisse von Yocom für experimentelle Zwecke zunutze. Das ist der Vorzug dieser Arbeit gegenüber den früheren.

Mit Hilfe des „Barber microdissection apparatus“ sucht der Autor die nervös leitende Funktion des Yocom'schen Neuromotorsystems bei *Euplotes patella* zu beweisen.

Seine Einschneidungsversuche hatten folgendes Ergebnis:

Ein Einschnitt an irgendeiner Stelle ohne Verletzung des Neuromotorsystems alteriert die Bewegung des Tieres in keiner Weise.

Zerstörung des Motoriums oder Durchschneidung der Fasern, die mit ihm in Verbindung stehen, hebt die Koordination von Cirren- und Membranellenbewegung auf.

Wird die Membranellenfibrille durchschnitten, so bewegen sich die rechts und links vom Schnitt gelegenen Membranellen in verschiedener Weise. Beim Schwimmen zeigt das Tier dann abnorme Spiraldrehungen.

Durch diese Resultate hält Taylor die nervös koordinierende Funktion des Neuromotorapparates für erwiesen.

Sollten nachprüfende Arbeiten dasselbe Resultat ergeben, so scheinen mir die Taylor'schen Versuche beweiskräftig zu sein.

Besprechen möchte ich noch den Neuromotorapparat von *Paramaecium*. Er wurde 1922 von Rees beschrieben und ähnelt in vielen Beziehungen dem Fibrillensystem von *Euplotes* und *Diplodinium*. Durch ein verwickeltes Fasernetz, auf das schon Schuberg 1905 aufmerksam machte (vgl. p. 38), sind auch hier die Membranellen des Cytopharynx mit den Bewegungsorganellen verbunden. Außerdem sind alle Cilien des Tieres mit dem Zentrum des Systems, dem Motorium, verknüpft.

Interessant sind Neuromotorfasern, die zu den Verteidigungsorganellen dieses Tieres, den Trichocysten, ziehen. So ist das *Paramaecium* das einzigste Protozoon unter den hier beschriebenen, das ein innerviertes Verteidigungssystem aufweist.

Wie Taylor, so stützt auch Rees seine morphologischen Befunde durch das Experiment und fand eine funktionelle Verknüpfung aller *Paramaecium*-Organellen durch ein kompliziertes Neuromotorsystem.



Seine Ergebnisse beschließt er mit folgenden Betrachtungen: "The neuromotor system of *Paramaecium*, therefore, as has been demonstrated by the foregoing description of the neuromotor center and the peripheral and cytopharyngeal fiber systems, is, from a morphological point of view, a structurally adapted, coordinating mechanism. It is easily compared with a metazoan nervous system, being composed of fibers that connect the organelles of locomotion, nutrition, and defense with a definite center."

Soweit ich an Hand der mir zugänglichen Literatur beurteilen kann, stammt die neueste Arbeit dieser Richtung ebenfalls von einem amerikanischen Autor. Es handelt sich um die rein morphologische Beschreibung des primitiven Neuromotorapparates von *Menoidium incurvum* durch Hall (1923). Er besteht aus einer einfachen Geißel, die mit dem Blepharoplast verbunden ist und durch den Rhizoplasten mit dem Kern zusammenhängt.

10. Schlußbetrachtungen.

Allem Anschein nach liegt hier eine kontinuierliche Entwicklungsreihe des "neuromotor apparatus" vor und vielleicht läßt sich gestützt auf die Literatur eine Stufenleiter für ein „Nervensystem“ bei den Protozoen konstruieren, die, bei den einfachen Amöben beginnend über die Flagellaten hinaufführt bis zu den komplizierten Ciliaten. Wieweit diese Hypothese haltbar ist, möchte ich nicht entscheiden.

Um sich nun aus allem ein objektives Gesamturteil zu bilden, bleibt nichts übrig, als die Diagonale aus dem Parallelogramm der streitenden Kräfte zu ziehen. Man wird dann, glaube ich, zu der Einsicht kommen, daß die alte Definition, die Protozoen seien einfache einzellige Organismen, überholt ist. Kaum wird man sich dem Eindruck verschließen können, hier eine sinnreiche und zweckmäßige Koordination aller Teile vor sich zu haben, die die Existenz eines Nervensystems, wenigstens aber seiner Anfänge, glaube ich, stark vermuten läßt.

Schwierig ist die Begründung seiner nervösen Funktion. Dieses Geständnis, gepaart mit der traditionellen Ansicht von der Einfachheit der Protozoen, das Dogma der Zelltheorie, sie bedingten den Konservatismus Problemen gegenüber, die eine Beleuchtung und Bearbeitung zu verdienen scheinen.

V. Peristomfeld, Cytostom und Cytopharynx.

1. Peristommembranellen und ihr innerplasmatischer Basalapparat.

a) Ihr morphologischer Aufbau.

Häufig war *Stentor coeruleus* Gegenstand eingehender morphologischer Untersuchungen. Um so auffallender muß es daher erscheinen, daß die Frage nach dem morphologischen Aufbau der besonders differenzierten vorderen, terminalen Endfläche des Tieres, des Peristomfeldes und dessen innerplasmatischer Fortsetzung, so wenig Bearbeiter fand.

Tragen Deutung und Wertung der oben geschilderten morphologischen Untersuchungsergebnisse durch die Unmöglichkeit, gestreckt konservierte *Stentoren* einer exakten morphologischen Untersuchung zuzuführen, schon aus diesem Grunde den Stempel der Einseitigkeit, so kann es nicht verwunderlich erscheinen, daß die Frage nach dem feineren Aufbau der Peristom- und Mundverhältnisse dieses Ciliaten zu den grundsätzlich schwierigsten Problemen der *Stentor*-Morphologie gehört.

Das, glaube ich, macht es verständlich, daß seine Lösung so unverhältnismäßig lange auf sich warten ließ.

Wenn ich es trotz dieser Schwierigkeiten wage, eine feinere Morphologie dieser bisher ungeklärten Verhältnisse vorzulegen, so bin ich mir auch hier der Möglichkeit einer unvollständigen Wiedergabe bewußt.

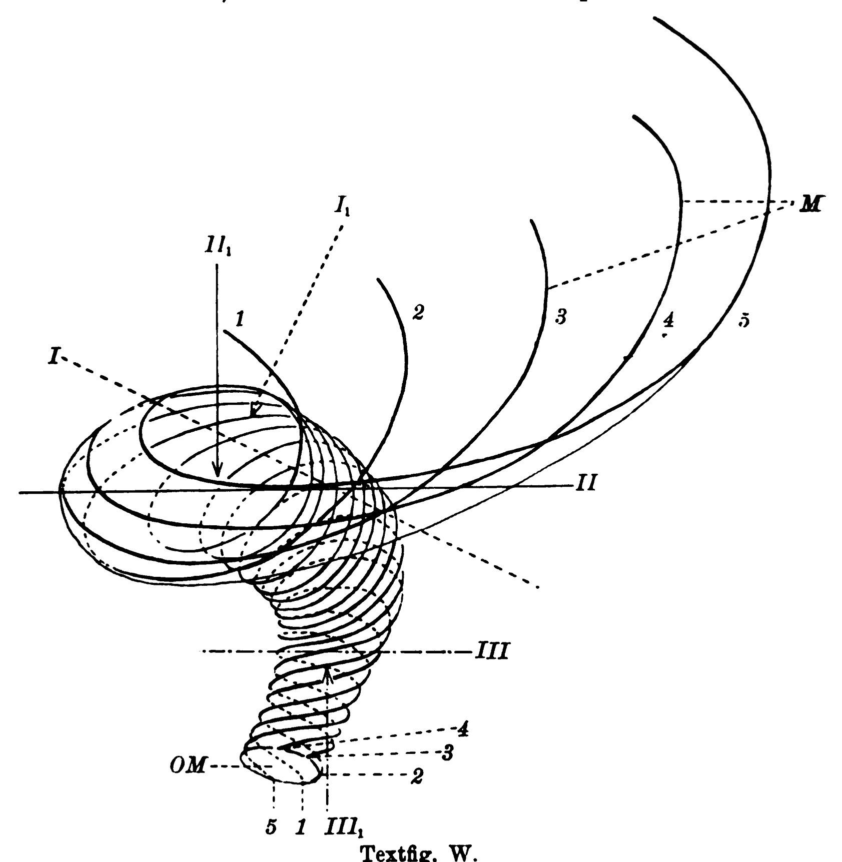
Eine große Anzahl von Serienschnitten in Verbindung mit ausgedehnten und häufig wiederholten Lebendbeobachtungen gaben mir eine solch klare Vorstellung der Bauverhältnisse des Peristoms und seines weiteren Verlaufes ins Innere des Tieres, daß ich mich an seine plastische Wiedergabe heranwagen konnte.

Ich ging dabei so vor, daß ich zunächst den am lebenden und festgehefteten Objekt leicht zu beobachtenden Nahrungsweg festhielt, um mir dann, diesem Wegweiser folgend und fußend auf meine mikroskopischen Serienschnitte, ein Drahtmodell zu konstruieren, das ich in der Textfig. W wiederzugeben versucht habe.

Aus der großen Anzahl der Schnittpräparate, die mir bei dieser Rekonstruktion als Unterlage dienten, habe ich neben der Schnittserie Fig. 18—29, Taf. 3 u. 4 nur drei Abbildungen (Fig. 9, 10, 11, Taf. 1) wiedergegeben, die mir besonders bezeichnend und instruktiv zu sein scheinen.

Bevor ich aber auf die Besprechung des feineren Baues der Peristom- und Mundverhältnisse eingehe, möchte ich eine kurze Beschreibung der Membranellen von *Stentor coeruleus* vorwegnehmen, da sie von den Angaben früherer Autoren abweichen.

Es ist die adorale Membranellenzone, die äußere Begrenzung des Peristomfeldes, deren feineren Bau ich besprechen möchte.



Textfig. W.

Schematische Rekonstruktion des Myonemverlaufes im Peristomfeld, Mund, Schlundkopf und Schlund auf Grund von Lebendbeobachtungen und Serienschnitten. Gleichzeitig sind in dieser Zeichnung zum Verständnis von Fig. 9, 10, 11 der Taf. 1 deren ungefähre Schnittlagen angegeben.

M Myonem. *OM* Osophagusmündung.

Ohren- oder nierenförmig wird das Peristomfeld von diesem Wimperband umsäumt, dessen Elemente die extracytoplasmatisch gelegene Membranelle und ihr intracytoplasmatischer Basalapparat darstellt. Beide gehören morphologisch und funktionell zusammen

und finden, zum Peristomfeld gehörend, als Organellen für die Nahrungsaufnahme Verwendung.

Sind die Ansichten der verschiedenen Bearbeiter über den feineren Bau der Membranelle einigermaßen einheitlich, so wird ihre intracytoplasmatische Fortsetzung sowohl morphologisch als auch physiologisch durchaus verschieden beurteilt.

Die Bezeichnung „Membranelle“ stammt von Sterki aus dem Jahre 1878. Frühere Autoren, Stein und Simroth, vertraten die Ansicht, die adorale Zone von *Stentor* sei von großen Cilien besetzt, doch stellen sich alle späteren Untersucher auf den Standpunkt Sterki's.

Im allgemeinen ist die Membranelle dadurch charakterisiert, daß in ihr eine Mehrzahl von Einzelcilien durch äußere Verwachsung und Verklebung als eine funktionelle Einheit, als ein physiologischer Verband höherer Ordnung in die Erscheinung tritt. Die durch die Einzelcilien bedingte fibrilläre Streifung *FStr* (Textfig. X) ist eine doppelte. Zwei Lamellen verschmolzener Cilien *L* (Textfig. X 6) bilden die *Stentor*-Membranelle. Die Basalkörperchen *BK* (Textfig. X 6) dieser einzelnen Cilien sind demnach in zwei Reihen feiner eng benachbarter Pünktchen angeordnet. Ihre Gesamtheit bildet den Basalsaum *BS* (Textfig. X, Y).

In dieser Auffassung stimme ich mit den früheren Untersuchern (Bütschli und Schewiakoff, Schuberg, Whitman, Johnson, Maier, Neresheimer, Schröder) überein, die die bilamellöse Struktur der Membranellen feststellen konnten.

Whitman erörtert in seinen Ausführungen über die Unzulänglichkeit der Zelltheorie den feineren Aufbau der *Stentor*-Membranellen und führt dabei folgendes aus: “The membranellae of the frontal field of *Stentor* consist of two thin, adherent plates, each of which represents a number of coalesced cilia.”

Den Aufbau der Membranellenbasis, des Basalsaumes, erkannte auch Johnson richtig, wenn er sagt: “This I regard as homologous with the ‘basal piece’ of a cilium, and has in young membranellae precisely the same appearence as in cilia.”

Die Verankerung der Membranellen wurde genauer bekannt durch Schuberg. Nach seiner Auffassung soll sich die von der Breitseite beobachtete Membranelle in Gestalt eines etwa dreieckigen Plättchens in das Innere des *Stentor* fortsetzen. Diese „Basallamelle“, deren Basis der „Basalsaum“ der zugehörigen Membranelle darstellt, zeigt weder die bilamellöse Membranellenstruktur noch eine fibrilläre Zusammensetzung und verjüngt sich zu einer feinen Fibrille, dem

„Endfädchen". Eine Verbindungsfaser, die „Basalfibrille", verknüpft die Endfäden aller Basallamellen, ist im ganzen Verlauf der adoralen Zone sichtbar und „erscheint mitunter leicht gewellt". Aufzufassen ist diese wellenförmige Kräuselung nach Schuberg als eine passive Verlagerung der Fibrille, als Kontraktionseffekt der Peristomfeldmyoneme.

Ganz andere Gedankengänge verfolgt Simroth, die mir selbst an Hand seiner Abbildungen nicht genügend klar wurden.

Immerhin ist es bemerkenswert, daß schon er „kurze, bald verschwimmende Fadenansätze" an den Peristomwimpern von *Stentor* feststellen konnte und dabei zu folgendem Urteil kam: „Es ergab sich also, daß zu jeder Peristomwimper eine besondere Faser hinzutrat." Nun vermutet aber Simroth irrtümlicherweise eine Verbindung und Beziehung der Peristomwimpern mit den Streifen des Peristomfeldes. Die Angaben späterer Beobachter und auch meine Untersuchungen, die ich weiter unten erörtern werde, scheinen mir zu Genüge darzutun, daß diese Simroth'sche Auffassung schwerlich haltbar ist.

Ähnliche Strukturen sah auch Brauer. Leider sind aber seine Angaben unvollständig, auch fehlen Abbildungen.

In fast allen Punkten stimmt Johnson mit Schuberg überein. Auch er beschreibt eine "basal plate and its terminal filament" und nimmt wie Schuberg eine „Basalfibrille" an: "When the zone is examined in longitudinal optical section, a third intrapellicular structure is visible, the connecting filament — the ‚Basalfibrille' of Schuberg." Sogar am lebenden *Stentor* will er diese Struktur beobachtet haben.

Während die Schuberg'schen Angaben ferner von Whitman und Maier bestätigt wurden, kam Neresheimer zu einer anderen Auffassung, die er dahin präzisiert: „. . . bei etwas tieferer Einstellung bemerkt man, daß diese angebliche ‚Basalfibrille' aus den rechtwinklig umgebogenen, stark verdickten ‚Endfädchen' der Basallamelle besteht. Sie sind alle nach einer Richtung umgebogen, berühren sich aber untereinander nicht, so daß tatsächlich die ‚Basalfibrille' sich bei genauerem Zusehen in ebensoviele Teile auflöst, als Membranellen vorhanden sind." Bei tieferer Einstellung sollen dann diese Endfäden verschwinden und „weitere Fortsätze auftreten, die noch tiefer ins Protoplasma verlaufen". In verschiedener Höhe soll es nach Neresheimer zu Verzweigungen der Fortsätze kommen. Auch sollen sich diese Äste gelegentlich mit denen der Nachbarfortsätze vereinigen.

In der SCHRÖDER'schen Arbeit über *Stentor coeruleus* finde ich eine Anmerkung, nach der SCHUBERG bei einer erneuten Untersuchung seiner Präparate zu einer wesentlich anderen Auffassung seiner früheren Untersuchungsergebnisse kam. Er konnte feststellen, daß seine „Endfädchen" und die unteren Abschnitte der Basallamellen untereinander durch eine Art Membran verbunden sind.

Eine Publikation dieser Verhältnisse durch den Autor selbst scheint meines Wissens nicht vorzuliegen.

So konnte sich SCHRÖDER, von SCHUBERG auf diesen Befund aufmerksam gemacht, von seiner Richtigkeit überzeugen. Er bestätigte durch seine Untersuchungen die membranartige Verbindung der Endfädchen und der unteren Enden der Basallamellen und nannte diese Verbindungsmembran „Basalband".

Zum Vergleich mit meinen Befunden möchte ich hier einige Angaben SCHRÖDER's über die Basallamelle wörtlich zitieren: „Nach unten läuft sie in das Endfädchen aus, welches nach dem Zentrum des Peristomfeldes umbiegt. Der innere, dem Peristomfeld zugewandte Rand der Basallamelle erscheint verdickt und daher von dunklerer Färbung als die übrige Basallamelle." Auch zu der irrtümlichen Annahme einer „Basalfibrille" durch SCHUBERG nimmt SCHRÖDER Stellung, wenn er sagt: „Häufig erschien der untere Rand des Basalbandes etwas verdickt, so daß es nicht unmöglich ist, daß dieser verdickte Rand ursprünglich von SCHUBERG für die Basalfibrille gehalten wurde." Zusammenfassend schließt er dann seine Arbeit so: „Die genaueren Untersuchungen haben nunmehr gezeigt daß die Verbindung der Basallamellen untereinander eine viel innigere ist, als bisher angenommen wurde. Statt einer Basalfibrille haben wir es mit einem breiten Basalband zu tun."

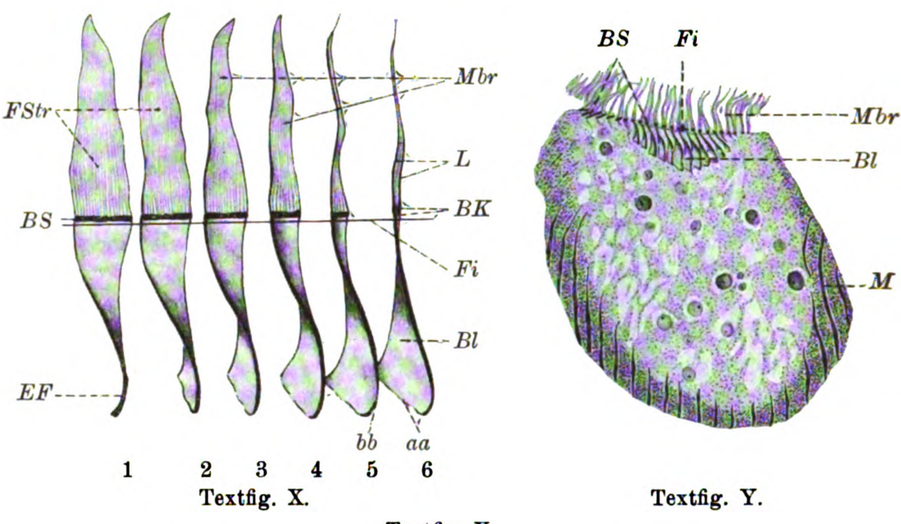
Wir sehen, daß SCHUBERG seine ursprünglich irrtümliche Auffassung von dem morphologischen Aufbau des Basalapparates der Membranellen zugibt.

Lehnt NERESHEIMER die SCHUBERG'sche „Basalfibrille" ab, so stellt auch SCHRÖDER, wie wir sahen, ihre Existenz in Frage.

Ich sollte meinen, daß dieses SCHUBERG'sche Geständnis und die soeben formulierte SCHRÖDER'sche Auffassung von dem morphologischen Aufbau des intracytoplasmatischen Basalapparates der *Stentor*-Membranellen zu einer größeren Reserve in bezug auf die ursprünglichen SCHUBERG'schen Abbildungen Veranlassung geben müßte.

Und doch sind es auffallenderweise immer nur die von SCHUBERG selbst als falsch und verbesserungsbedürftig bezeichneten Details,

die selbst in den modernen Lehrbüchern Berücksichtigung finden. Die Schröder'schen Modifikationen scheinen mir außer in der eigenen Arbeit des Autors nirgends erwähnt oder abgebildet, geschweige denn einer kritischen Beurteilung gewürdigt zu sein.



Textfig. X. Textfig. Y.

Textfig. X.

Schematische Wiedergabe von sechs isolierten Membranellen mit Basalapparat und Verbindungsfibrille. Als Vorlage diente das Präparat Textfig. Y.

aa Kleine untere Rechteckseite der Basallamelle. *bb* Hinterer Teil der großen Basallamellenseite. *FStr* Fibrilläre Membranellenstreifung. *BS* Basalsaum. *EF* Endfädchen. *Bl* Basallamelle. *Fi* Konduktile Peristomfeldfibrille. *BK* Basalkörperchen. *L* Zwei Lamellen verschmolzener Cilien. *Mbr* Membranelle.

Textfig. Y.

Längsschnitt durch ein relativ wenig kontrahiertes Tier. Das Bild zeigt die Peristomfeldmembranellen mit ihrer Verankerung. Eine Fibrille zieht deutlich an dem unteren Rand der Basalsäume entlang und scheint die Membranellen und ihren Basalapparat untereinander zu verbinden. Leitz Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

BS Basalsaum. *Fi* Konduktile Peristomfeldfibrille. *Mbr* Membranelle. *Bl* Basallamelle. *M* Myonem.

Ich habe diese Verhältnisse von neuem untersucht und kam dabei zu folgenden Resultaten:

Die Membranellen und ihren fibrillären Aufbau habe ich schon oben erwähnt. Die intracytoplasmatische Fortsetzung sollen die Abbildungen Textfig. X, Y wiedergeben. Das Schnittpräparat Textfig. Y zeigt einen Teil der adoralen Membranellenzone und Textfig. W stellt eine schematische Wiedergabe von sechs einzelnen Membra-

nellen mit ihrer Verankerung dar. In Textfig. Y sind die Membranellen von der Kante getroffen und lassen so deutlich ihren bilamellösen Aufbau erkennen (Textfig. Y, X6). Die schon oben erwähnte fibrilläre Streifung der Membranelle zeigt das Schema Textfig. X. Die Schnittrichtung bringt es mit sich, daß die Mehrzal dieser Gebilde mit ihrer innerplasmatischen Fortsetzung in dem Präparat Textfig. Y so getroffen ist, wie ich das im Schema Textfig. X6 wiedergegeben habe.

In Gestalt einer dünnen, homogenen und strukturlosen Lamelle setzt sich die Membranelle in das Körperinnere des Tieres fort. Bei der morphologischen Untersuchung der Basallamelle kamen mir Bilder zu Gesicht. die sich durchaus mit den ursprünglichen Schuberg-schen Angaben derartig deckten, daß ich anfangs auch an die dreieckige Gestalt der Basallamelle und ihr „Endfädchen" *EF* (Textfig. X_1) glaubte. Ich habe in dem Schema Textfig. X sechs isolierte Elemente der Membranellenzone wiedergegeben und ihren Abstand voneinander bewußt vergrößert. Ein Vergleich der Basallamellen der Membranelle 1 und 6 (Textfig. X) läßt, glaube ich, unschwer die rechteckige Gestalt der homogenen innerplasmatischen Lamelle erkennen. Das Schuberg'sche Endfädchen zeigt die Membranelle 1 (*EF*). Es geht aber aus der Betrachtung des Schemas unschwer hervor, daß dieses „Endfädchen" nur eine Kante der um ihre Längsachse gedrehten intracytoplasmatischen Lamelle darstellt. Ein Blick auf die Textfig. Y zeigt die dachziegelartige Übereinanderlagerung der Basallamellen. Im Schema Textfig. X habe ich ihre Abstände, wie oben angedeutet, bewußt vergrößert, so daß diese dachziegelartige Anordnung hier nur angedeutet sein kann. Man könnte auch bei der Betrachtung dieses Bildes geneigt sein, eine membranartige Verbindung der einzelnen Endfädchen anzunehmen, wie es Schuberg später vermutete und Schröder bestätigte. Auch ich war auf Grund meiner Präparate anfänglich der Ansicht, die Schröder'schen Befunde bestätigen zu müssen, doch konnte ich mich bald überzeugen, daß eine Verbindung der Basallamellen untereinander nicht besteht, sondern nur durch ihre dachziegelartige Übereinanderlagerung vorgetäuscht wird.

Die Schuberg'sche „Basalfibrille" ist nicht vorhanden. Ich muß mich darin den Ansichten von Neresheimer und Schröder unbedingt anschließen. Auch sie, glaube ich, ist nur eine optische Täuschung. Die vermeintliche „wellenförmige Schlängelung" dieser „Basalfibrille" kommt, wie ich glaube, dadurch zustande, daß infolge der Überlagerung der einzelnen Basallamellen ein Teil der kleinen unteren Rechteckseite aa (Textfig. X6) eine kontinuierliche Fort-

setzung in den unteren Teil der großen Basallamellenseite *bb* (Textfig. X 5) zu erfahren scheint. Dadurch ist ein Wellenberg entstanden, der von einem Wellental abgelöst wird usf. Stellt man sich die Abstände der schematisch wiedergegebenen Basallamellen 1—6 in Textfig. X noch reduzierter vor, so, glaube ich, muß der Eindruck einer Schlängelung noch stärker werden.

Dieses Bild ist meines Erachtens in der Tat geeignet, die alte irrtümliche Schuberg'sche Auffassung verständlich zu machen.

Eine Verbindung der Basallamellen untereinander besteht also nicht. Die „Basalfibrille" ist kein besonderes Differenzierungsprodukt, sondern ein optisches Trugbild; sie ist in Wirklichkeit nicht vorhanden. Wie schon Neresheimer betonte, löst sie sich bei genauerer Untersuchung in ebensoviele Teile auf, als Basallamellen vorhanden sind.

Bei der Untersuchung meiner Peristomfeldschnitte konnte ich mit Sicherheit eine feine ungeschlängelte in fast allen Schnitten wiederkehrende Fibrille *Fi* (Textfig. X, Y) erkennen, die am Innenrande der Basalsäume verläuft und sich längs der ganzen adoralen Zone verfolgen läßt.

Einen ganz ähnlichen Verlauf hat die Schuberg'sche Basalfibrille bf (Fig. 2, 3). Auffallend ist nur, daß die nach Schuberg wellenförmige Fibrille (vgl. p. 56) hier einen gestreckten ungeschlängelten Verlauf aufweist. Wenn aber diese „Basalfibrille", wie ich oben auseinandersetzte, gar nicht existiert, was bedeutet dann die feine Faser bf in den Schuberg'schen Abbildungen?

Ich möchte es nicht für unmöglich halten, daß Schuberg vielleicht schon meine Fibrille *Fi* (Textfig. X, Y) sah, sich aber in ihrer Deutung irrte. Und vielleicht hat A. Meyer, der auch in seiner „Analyse der Zelle" noch die alte Schuberg'sche Auffassung übernahm, bei seinen Untersuchungen nicht die gar nicht vorhandene „Basalfibrille", sondern die genannte Fibrille *Fi* (Textfig. X, Y) durchschnitten.

b) Ihre physiologische Bedeutung.

Es erhebt sich nun die Frage nach der physiologischen Bedeutung der eben besprochenen Strukturen.

Die Funktion der Membranellen ist klar. Beim festgehefteten Tier erzeugen sie den Nahrungsstrudel und sind so für die Ernährung des Tieres verantwortlich. Beim frei schwimmenden Tier treten sie in den Dienst der Lokomotion.

Über die physiologische Bedeutung der intracellulären Membranellenfortsetzung, des Basalapparates, sind die Ansichten geteilt.

Simroth und Brauer schreiben den Basalsäumen Kontraktilität zu, während Schuberg in dem Basalapparat nur eine Membranellenbefestigung sieht. Auch Maier deutet den Basalsaum mit der Basallamelle als Verankerungsapparat, hält aber die Endfädchen und Basalfibrille für kontraktile Elemente.

Während Neresheimer die Frage einer etwaigen nervösen Funktion dieser innerplasmatischen Struktur offen läßt, tritt Johnson für sie ein, wenn er meint: "The connecting filament of *Stentor*, as far as position goes, is admirably adapted to coordinate the action of the membranellae, whose uniform vibration is essential to the production of an alimentary vortex."

Ihm schließt sich A. Meyer an, wenn er in seiner „Analyse der Zelle“ schreibt: „Endfäden und Basalfibrille sind wie Nervenfibrillen höherer Tiere zur schnellen Reizleitung bestimmt.“ Auch glaubt er diese Behauptung experimentell belegen zu können, wenn er fortfährt: „Man kann dieses daran erkennen, daß die Geißelbewegung, welche wie eine Welle über das ganze Geißelband dahinläuft, sich nicht mehr regelmäßig fortsetzt, wenn man die Basalfibrille an einer Stelle zerschneidet.“

Ich habe oben zu diesen Ausführungen bereits Stellung genommen.

Mir scheinen die morphologischen Punkte überzeugend dafür zu sprechen, daß der ganze Basalapparat der *Stentor*-Membranellen eine rein mechanische Funktion besitzt. In dieser Auffassung bin ich ganz der Meinung Schröder's. Ich sehe in ihm nur den natürlichen Ausdruck einer starken funktionellen Beanspruchung der Membranellen. Der Widerstand des Wassers und die Geschwindigkeit der Membranellenbewegung läßt die Kraft und Energie ahnen, die den Membranellenschlägen innewohnen muß. Eine feste Verankerung dieser Ruder erscheint mir daher nicht nur vorteilhaft, sondern sogar unerläßlich. Die breiten und relativ tief ins Cytoplasma hineinragenden Basallamellen scheinen mir dafür die genügende Gewähr zu bieten. Und noch eins. In der Torsion der Basallamellen möchte ich eine sehr sinnreiche biotechnische Vervollkommnung der intracytoplasmatischen Membranellenverankerung erblicken, stellen doch diese torquierten Basallamellen einer Extraktion des ganzen Apparates fraglos mehr Widerstand entgegen als eine senkrecht in den Infusorienkörper ragende ebene Platte.

Hier drängt sich, sollte ich meinen, die Frage nach der Existenz

eines energetischen und regulierenden Zentrums für die Membranellenbewegung stark in den Vordergrund. Ob ein solches besteht und wo es zu suchen ist, ist allerdings nicht mit Sicherheit zu sagen. Vielleicht sind es die den Basalsaum zusammensetzenden Basalkörperchen der Einzelcilien.

Wenn nach meiner Überzeugung nichts dafür spricht, den Basalapparat als nervöses Organ aufzufassen, wie das einige Autoren wollen, so möchte ich aus Gründen, die später erörtert werden sollen, der feinen Fibrille *Fi* (Textfig. X, Y) reizleitende und damit funktionell koordinierende Funktion zuschreiben. Die oben erwähnten Einschnittsversuche von A. Meyer machen das, wie ich glaube, zum mindesten sehr wahrscheinlich.

2. Gestalt und Aufbau von Peristomfeld, Cytostom und Cytopharynx.

Die ganze vordere Endfläche des *Stentor* wird vom Peristomfeld eingenommen. Sein Randsaum bildet eine Zone, die etwa die Gestalt einer Ohrmuschel aufweist und die oben beschriebenen Membranellen trägt. Ihre Basalsäume sind zunächst gleich breit, um sich erst in der Nähe des Cytostoms allmählich bis auf die Größe des Basalkörperchens zu verschmälern.

Der Basalsaum mit seiner Membranelle löst sich in seine Bestandteile auf, um als isolierte Cilien in das Innere des Tieres zu gelangen.

In sanfter Einsenkung steigt das Peristomfeld in rechts gewundener Spirale wendeltreppenartig in die Tiefe bis zu einer taschenartigen Einbuchtung, in deren Grund das Cytostom mit seinem Übergang in den Cytopharynx und Oesophagus liegt. Diese von Stein als „Peristomtasche“ bezeichnete Peristomfeldvertiefung wird von dem sog. „Hypostom“ (Stein) nach außen begrenzt, einem dünnen erhöhten Saum der Körperwand, den Johnson “velum” nennt.

Diese Bauverhältnisse wurden schon recht genau von Stein geschildert.

Bütschli steht mit ihm in Widerspruch, wenn er darauf hinweist, daß bei den schlundführenden Infusorien die primitive Mundöffnung an das innere Schlundende rückt.

Nach Ansicht Schuberg's trägt der von Stein mit Schlund bezeichnete Abschnitt diese Bezeichnung zu unrecht, „weil das bisher so genannte ‘Peristomfeld’, das ich (Schuberg) übrigens als ‘Stirnfeld’ bezeichnen werde, so unmittelbar in ersteren übergeht, daß eine

Trennung nicht möglich ist". Die Bezeichnung „Mund" kommt nach SCHUBERG der Übergangsstelle des Cytopharynx in das Cytoplasma zu. An dieser Stelle besitzt nach seiner Ansicht das Protoplasma eine bemerkenswerte Eigenschaft; es stellt in strangförmiger Anordnung die Fortsetzung der Mundöffnung dar. Über die funktionelle Bedeutung dieser Protoplasmadifferenzierung, des sog. „Schlundstranges", äußert sich der Autor so: „Wenn Nahrung, resp. Wasser mit fein verteilten Partikelchen durch den Mund eingestrudelt wird, so ist im Schlundstrang überdies ein kanalartiger Raum zu erkennen, während er im anderen Falle scheinbar kompakt ist. Die aufgenommene Nahrung gleitet unter allmählicher beginnender und wieder verschwindender spindelförmiger Erweiterung des Schlundstranges bis an dessen Ende, um erst hier eine typische Nahrungsvakuole zu bilden."

Leider ist die SCHUBERG'sche bildliche Wiedergabe dieser Verhältnisse (Fig. 4) so sehr Teilzeichnung, daß man aus ihr wenig entnehmen kann. Sein „Schlundstrang" scheint wiedergegeben zu sein, ist aber als solcher in der Figur nicht bezeichnet.

Mir ist ein solches Gebilde nie zu Gesicht gekommen, auch wird es von neueren Autoren nicht erwähnt.

Im Gegensatz zu STEIN ist auch nach Ansicht JOHNSON's nicht der Cytopharynxbeginn der Mund des Tieres, sondern ". . . the whole funnel is an in-turned portion of the frontal field, and that the real mouth lies at its innermost extremity".

Wie ich schon erwähnte, umsäumt die Membranellenzone das Peristomfeld in der Weise, daß man bei Betrachtung des ausgestreckten Tieres von der Ventralseite einen linken Bogen, dessen nach außen konvexe Fortsetzung dorsalwärts und einen rechten Bogen mit seiner cytostomalen Fortsetzung erkennen kann.

Die Peristomfeldmyoneme nehmen ihren Ausgangspunkt von dem inneren Rand der linken Membranellenzone, ohne mit ihr in Kontakt zu stehen. Isoliert, ohne Verbindung mit den Basalsäumen beginnen sie in derselben Weise, wie ich die analogen Verhältnisse für die Körperwandmyoneme (vgl. S. 11) beschrieb. Die Peristomfeldmyoneme sind schlanker und dünner als die beschriebenen Körpermyoneme. Feinere Strukturen (Querstreifung, axiale Markschicht, periphere Plasmahülle usw.) konnte ich — vielleicht wegen der Kleinheit der Gebilde — nicht feststellen. Es ist möglich, daß das derselbe Grund ist, weshalb es mir abgesehen von der feinen Fibrille *Fi* (Textfig. X, Y) ebensowenig wie NERESHEIMER gelang, Neuroide im Peristomfeld aufzufinden.

Vom inneren Rande der linken Membranellenzone (Taf. 3 Fig. 19, 20) verlaufen die Peristommyoneme in Richtung des Uhrzeigers isoliert ohne zu anastomosieren parallel dem Basalsaumband. In der Nähe des Cytostoms sollen sie sich nach Stein verschmälern, verschwindend klein werden und zum Teil miteinander verschmelzen.

Der Streifenverlauf nach Schuberg weicht von den Stein'schen Angaben ab. Eine große Anzahl von Streifen stoßen unter sehr spitzen Winkeln auf den „Randstreif", der nach Schuberg einen pigmentfreien Streifen an der Innenseite der Membranellenzone darstellt und „etwas breiter als die gewöhnlichen Zwischenstreifen zu sein und unter dem eine Fibrille zu fehlen scheint".

Nach Ansicht dieses Autors endigt also eine Anzahl von Peristomfeldmyonemen, ohne das Cytostom oder den Cytopharynx erreicht zu haben. Über das Schicksal der übrigen Myoneme sagt er: „. . . diejenigen aber, welche die Mundöffnung erreichen, vereinigen sich ebensowenig, sondern endigen derart, daß sie, nahezu untereinander parallel auf den Mundrand stoßen".

Eine mehr in die Tiefe gehende Kenntnis des morphologischen Aufbaues des Peristomfeldes und seiner entoplasmatischen Fortsetzung scheint mir nach Durchsicht der neueren Literatur nicht vorzuliegen.

Auf die möglichen Gründe dieser Tatsache habe ich zu Beginn dieses Kapitels hingewiesen. In diesem Mangel aber liegt vielleicht die Unzulänglichkeit unseres Erkenntnisvermögens bei der Beobachtung des lebenden Tieres. Wie wenig die physiologischen Befunde allein, so bedeutungsvoll sie auch sein mögen, zum Verständnis der Ernährungsbiologie des *Stentor* ausreichen, kommt bei der Beobachtung des lebenden Tieres recht peinlich zum Bewußtsein. Die späteren Ausführungen sollen diese Behauptungen stützen.

Erst die morphologischen Tatsachen im Verein mit den physiologischen Befunden können das Fundament bilden zum Verständnis und zu einer wohlbegründeten Beurteilung dieser vitalen Vorgänge.

Von dieser Betrachtungsweise ausgehend, versuchte ich, die Morphologie der Peristom- und Mundverhältnisse von *Stentor coeruleus* zu klären. Die Schwierigkeiten, die dabei zu überwinden waren, habe ich nicht verschwiegen.

Wieweit mir die Lösung dieser Aufgabe gelungen ist, soll das Folgende zeigen: Die intracytoplasmatische Fortsetzung des erwähnten Peristomfeldes stellt ein Gebilde dar, wie ich es in den Schemata Textfig. W, Z wiedergegeben habe. Auf welche Weise dieses Resultat erreicht wurde, habe ich oben gesagt.

In Textfig. W ist auf Grund einer großen Anzahl mikroskopischer Serienschnitte der entoplasmatische Myonemverlauf wiedergegeben. Um die Zahl der Abbildungen nicht unnötigerweise zu vergrößern, habe ich, wie bereits angedeutet, von den Schnittbildern nur drei bildlich wiedergegeben.

Die Linien und Pfeile von Textfig. W sollen die ungefähre Schnittlage von Fig. 9, 10, 11 Taf. 1 erklären. So gibt Linie I mit dem dazu gehörigen Pfeil I_1 die Stelle wieder, die im mikroskopischen Schnitt der Fig. 9 Taf. 1 entspricht. Die Lage von Fig. 10 Taf. 1 ist durch Linie II und Pfeil II_1 erläutert, während Linie III und Pfeil III_1 zu Fig. 11 Taf. 1 gehört.

Cytostom *CS*, Cytopharynx und gleichzeitig der Ösophagusbeginn sind in Fig. 9 Taf. 1 angeschnitten. Die Cytostomcilien *CSC* sind deutlich zu erkennen. Der Kern ist mit *Ke* bezeichnet.

Der Schnitt in Fig. 10 Taf. 1 liegt etwas tiefer. In seiner ganzen Zirkumferenz liegt der Cytopharynx *CP* mit seiner ösophagealen Fortsetzung vor. Die Cilien des Schlundkopfes *CPC* sind hier besonders gut zu erkennen. Die eben noch angeschnittenen Peristomfeldmyoneme habe ich mit *PM* bezeichnet.

Fig. 11 Taf. 1 ist von den drei Schnitten der tiefste und zeigt einen mehr im Innern des Tieres gelegenen Ösophagusquerschnitt. Außer den Schlundcilien *OC* sind wie in den Schnitten Fig. 9, 10 Taf. 1 auch hier die Myoneme (*M*) sichtbar. Die Membranellen sind hier angeschnitten und mit *Mbr* bezeichnet.

Bei flüchtiger mikroskopischer Betrachtung von Fig. 9, 10, 11 Taf. 1 hat man den Eindruck, ein netz- oder maschenartiges Gebilde vor sich zu sehen. Bei genauer Untersuchung aber läßt sich unschwer feststellen, daß es sich um eine Übereinanderlagerung und nicht um eine netzartige Verbindung oder Verknüpfung der Myoneme handelt.

Von den zahlreichen Peristomfeldmyonemen habe ich in dem Schema Textfig. W der Einfachheit halber nur fünf gezeichnet. Wie die Figur zeigt, verlaufen alle Myoneme (*M*) kontinuierlich ohne sich mit anderen zu vergesellschaften bis zum Ende des Ösophagus. So finden sich die Peristomfeldmyoneme 1, 2, 3, 4, 5 (Textfig. W) als solche in derselben Anzahl an der Ösophagusmündung *OM* wieder. Auch die Abbildungen Fig. 23, 24 Taf. 3 zeigen die kontinuierliche Fortsetzung der Peristomfeldmyoneme in das Innere des Tieres. Ihr Verlauf in diesen Figuren ist in relativ langer Ausdehnung sichtbar. Daraus geht hervor, daß die Zahl der Myonemwindungen im Cytopharynx und Ösophagus eine recht beträchtliche sein muß.

selbst wenn man die Tatsache nicht außer acht läßt, es hier mit einem kontrahierten Tier zu tun zu haben. Eine Myonemspirale mit wenig Windungen kann im Schnitt nur ganz vereinzelt Myoneme aufweisen, von denen außerdem nur kurze Teilstücke in das Gesichtsfeld fallen können.

Das Schema Textfig. Z stellt eine plastische Wiedergabe dieser Verhältnisse dar. Lebendbeobachtungen, auf die ich später eingehen werde, scheinen mir eine Einteilung dieses Gebildes in drei Abschnitte, in Cytostom oder Mund *CS*, Cytopharynx oder Schlundkopf *CP* und Ösophagus oder Schlund *O* zu rechtfertigen.

Die Wegnahme der vorderen Cytopharynxwandung (Textfig. Z) gestattet einen Einblick in den Schlundkopf und dessen ösophageale Fortsetzung. Dabei kommt eine feine Protoplasmaleiste *PL* (Textfigur Z) zu Gesicht, die die anatomische Grenze von Cytopharynx (*CP*) und Ösophagus (*O*), dem Zuleitungsrohr zum inneren Cytoplasma des Tieres, darstellt. In den Serienschnitten trat dieser Protoplasmavorsprung regelmäßig und deutlich in die Erscheinung.

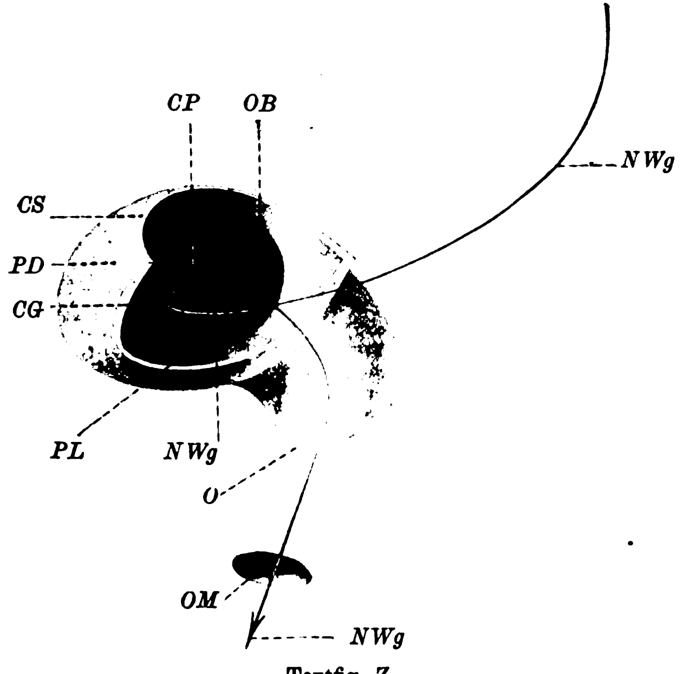
Waren es vorwiegend anatomische Gründe, eine Einteilung in Cytopharynx und Ösophagus vorzunehmen, so veranlaßte mich ein physiologischer Gesichtspunkt, den Mund *CS* (Textfig. Z) des *Stentor* an den Anfang der entoplasmatischen Peristomfeldfortsetzung im Gegensatz zu Bütschli und Schuberg und in Einklang mit Stein zu verlegen. Ich werde darauf später zu sprechen kommen.

Während der Übergang des Peristomfeldes in den Schlundkopf in der Verlaufsrichtung der Myoneme (Textfig. Z) allmählich vor sich geht, findet sich auf der gegenüberliegenden Seite eine starke Ausbuchtung, das Cytopharynxgewölbe *CG*, das von einem dünnen Protoplasmadach *PD* nach dem Peristomfeld hin abgeschlossen ist. An dieser Stelle findet der Nahrungswasserstrudel zum erstenmal einen ernstlichen Widerstand, so daß vielleicht sein Aufprall in diesem Gewölbe einen formativen Ausdruck findet.

Cytostom, Cytopharynx und Ösophagus in ihrer Gesamtheit geben ihrem Verlauf nach ungefähr die Gestalt einer Korkzieherwindung wieder. Der Mund *CS* (Textfig. Z) und das Ende des Schlundes *OM* (Textfig. Z) liegen etwa in derselben Frontalebene, während der Ösophagusbeginn in dorsal-konvexer Richtung verläuft. Die Linie *NWg* (Textfig. Z) stellt den Nahrungsweg dar, wie ihn auch Textfig. B_1 andeutet.

Das Peristomfeld ist dicht bewimpert. Jedes Myonem wird von einer Reihe feiner Cilien begleitet, die sich beim Übergang des Peristomfeldes in seine entoplasmatische Fortsetzung zu verlieren

scheinen. Ich habe sie wenigstens im Cytostom, Cytopharynx und Ösophagus nicht wieder auffinden können. Am Mund des Tieres beginnt ein neues Ciliensystem. Ich sagte schon, daß die Membranellen in der Gegend des Cytostoms aufhören, um sich in Gestalt ihrer Bausteine, der Cilien, in das Innere des Tieres fortzusetzen. Cytostom- und Cytopharynxcilien sind morphologich gleichwertig, doch ist die funktionelle Eigenart ersterer hervorzuheben. Ich komme auf diesen



Textfig. Z.

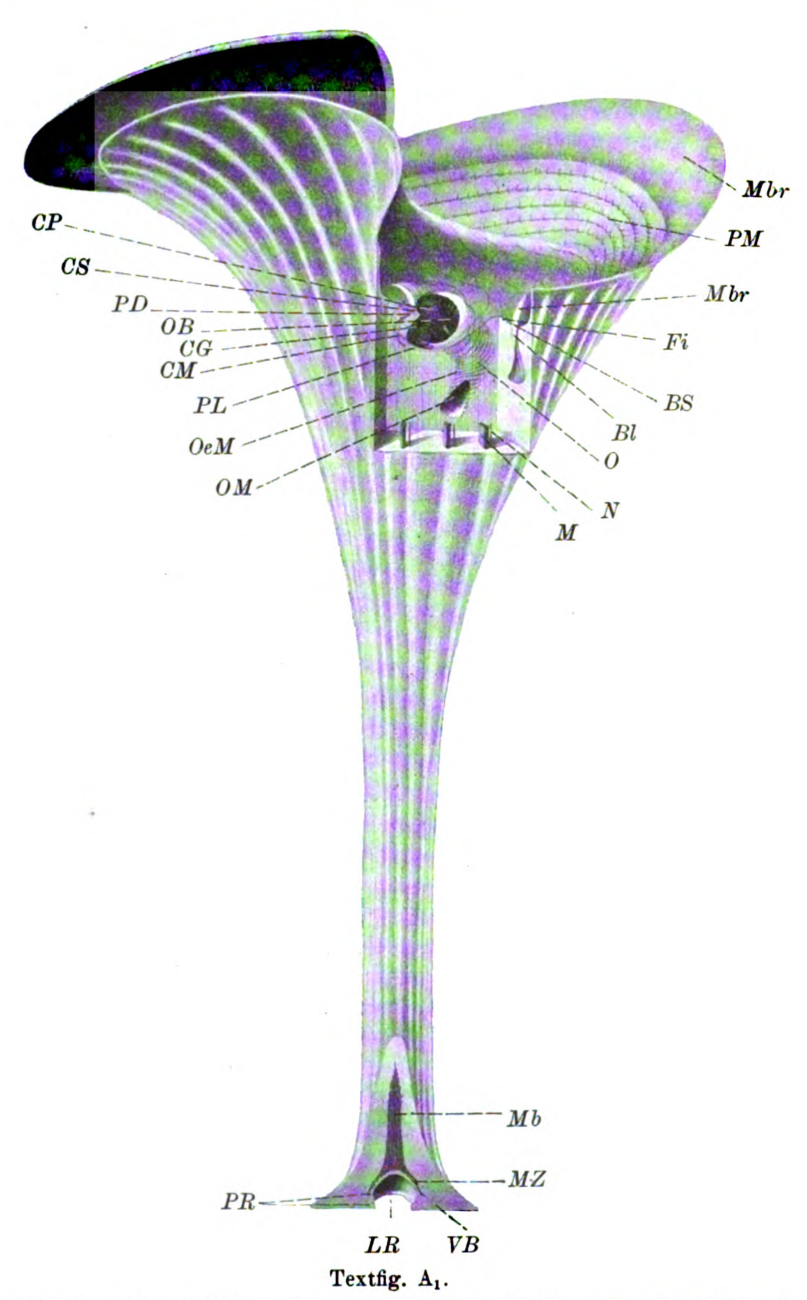
Plastische Wiedergabe des Cytostoms, Cytopharynx und Ösophagus auf Grund von Lebendbeobachtungen und Serienschnitten. Die vordere Schlundkopfwandung ist entfernt, um in sein Inneres hineinsehen zu können. Durch einen Pfeil ist der Nahrungsweg angedeutet.

O Ösophagus. *OB* Ösophagusbeginn. *CP* Cytopharynx. *CS* Cytostomrand. *PD* Cytopharynxdach. *CG* Cytopharynxgewölbe. *PL* Protoplasmatische Grenzleiste zwischen Cytopharynx und Ösophagus. *OM* Ösophagusmündung. *N Wg* Nahrungsweg.

Qualitätsunterschied von Mund- und Schlundcilien noch zu sprechen.

Fig. 18—29 Taf. 3 u. 4 stellen eine lückenlos zusammenhängende Schnittserie des Nahrungsweges bei *Stentor coeruleus* dar und sollen seine Cilienverhältnisse illustrieren.

Während die Abbildungen Taf. 3 Fig. 19, 20 die Cytostomcilien *CSC* wiedergeben, erkennt man in Taf. 3 Fig. 21 schon ihren



Textfig. A_1.

Schematische Rekonstruktion eines ausgestreckten *Stentor*. Zur Darstellung der Bauverhältnisse von Cytostom, Cytopharynx und Ösophagus wurde ein Stück aus der oberen Körperwandung herausgeschnitten. Entfernt wurden dadurch die vordere

allmählichen Übergang in die Cytopharynxcilien (*CPC*). Etwas tiefer liegen die Schnitte Taf. 3 Fig. 22, 23, 24. Während sie die oberen Ösophaguscilien *OC* zeigen, sind die Cilien *TOC* des tieferen Schlundabschnittes durch Taf. 3 u. 4 Fig. 25, 26, 27 wiedergegeben. Die tiefste Stelle des Ösophagus findet sich in Taf. 4 Fig. 28, die außer den Myonemen (*M*) und den Cilien (*KC*) der Körperwandung den angeschnittenen Kern *Ke* erkennen läßt. Taf. 4 Fig. 29 stellt den Übergang *UG* des Schlundes in das Cytoplasma dar. Auch in diesem Schnitt sind Kern *Ke*, Cilien *KC* und Myoneme *M* der Körperwandung sichtbar.

Aus der Betrachtung der Cilienanordnung in den erwähnten Abbildungen ergibt sich eine zahlenmäßige Verringerung der Cilien mit der zunehmenden Tiefe ihrer Lage. Die Abstände der einzelnen Cilien voneinander werden größer, d. h. ihre Anzahl wird geringer, je mehr sie sich der Ösophagusmündung *OM* nähern. Zuerst macht sich diese Erscheinung nur angedeutet bemerkbar in Taf. 3 Fig. 25, wird dann deutlicher in Taf. 4 Fig. 26, 27, um in Taf. 4 Fig. 28 klar in die Erscheinung zu treten.

Der Schnitt Taf. 4 Fig. 29 ist cilienfrei. Hier ist die Übergangsstelle von Schlund in Cytoplasma erreicht.

Zusammenfassend lassen sich so im Verlauf des Nahrungsweges drei Ciliensysteme unterscheiden, die Membranellen, die Peristomfeldcilien und die Cytostom-, Cytopharynx- und Ösophaguscilien, von denen die Mundcilien, wie ich oben erwähnte, funktionelle Varianten derselben Gebilde sind und dadurch eine Sonderstellung einnehmen.

3. Ihre Funktion mit besonderer Berücksichtigung des Nahrungsauswahlvermögens.

Vor Beginn und nach Abschluß meiner anatomisch-histologischen Untersuchungen des bisher ungeklärten morphologischen Aufbaues des Nahrungsweges bei *Stentor coeruleus* an Schnittserien stellte ich Lebendbeobachtungen an.

Schlundkopfwandung und ein Teil des unteren Ösophagusendes. Drei Myonemstümpfe mit ihren zugehörigen Neuroiden blieben stehen.

Der Schnitt durch den Fuß des Tieres liegt schräg und halbiert den Saugnapf. Myonemzelt und Myonembündel sind angeschnitten. *BS* Basalsaum. *Bl* Basallamelle. *CG* Cytopharynxgewölbe. *CM* Cytopharynxmyoneme. *CP* Cytopharynx. *CS* Cytostomrand. *Fi* Konduktile Peristomfeldfibrille. *LR* Luftleerer Raum unter dem Myonemzelt. *M* Myoneme der Körperwandung. *Mb* Myonembündel. *Mbr* Membranelle. *MZ* Myonemzelt. *N* Neuroid. *O* Ösophagus. *OB* Ösophagusbeginn. *OeM* Ösophagusmyoneme. *OM* Ösophagusmündung. *PD* Cytopharynxdach. *PL* Protoplasmatische Grenzleiste zwischen Cytopharynx und Ösophagus. *PM* Peristomfeldmyoneme. *PR* Protoplasmaring. *VB* Verbreiterung des *Stentor*-Fußes.

Zusammen mit einigen Pflanzenteilchen wurden die Tiere in dem Wasser, aus dem sie stammten, in Uhrschälchen gebracht und dann mit schwachen Systemen beobachtet. Es kam mir dabei zunächst nur darauf an, ganz allgemein den Weg der aufgenommenen Nahrungspartikelchen genauer festzustellen. Dabei konnte ich Beobachtungen machen, die sich, wie es sich bei späteren Literaturstudien herausstellte, mit einigen Abweichungen zum großen Teil decken mit Untersuchungen Schaeffer's über "Selection of food in *Stentor coeruleus* (Ehrbg.)".

Es ist bekannt, daß die Membranellen eine Einrichtung zur Ernährung des Tieres darstellen und so die Aufgabe haben, beim ausgestreckten und festgehefteten *Stentor* einen kontinuierlichen Wasserstrom gegen das Peristomfeld zu dirigieren. Mit den in ihm suspendierten Partikelchen trifft dieser Nahrungsstrom das Peristomfeld an der Aufprallstelle *ASt* (Textfig. B_1, C_1), dem Stein'schen „Peristomeck", die in der Umgebung des Membranellenbeginns zu suchen ist.

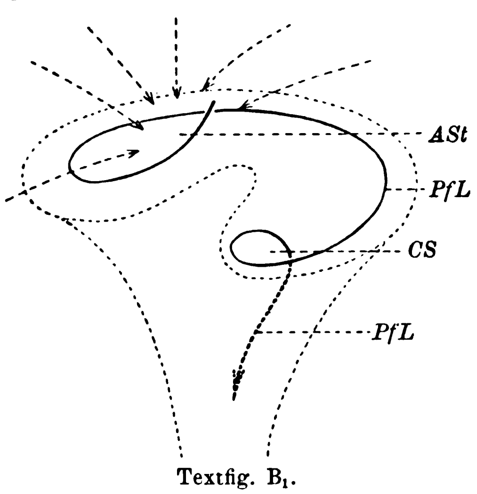
Der Wasserstrom wird an dieser Stelle in Richtung der Pfeillinie *PfL* abgelenkt und alle im Wasser suspendierten Teilchen werden ohne Unterschied dem Cytopharynxeingang, d. h. dem Cytostom *CS*, zugeführt. Die Gleitbewegung der Nahrungspartikelchen wird durch die Tätigkeit der Peristomcilien bewirkt, die den durch den Membranellenschlag erzeugten Wasserstrom aufnehmen und weiterleiten. In gleichmäßiger Geschwindigkeit gleiten nun die Partikelchen die spiralige Peristombahn hinab.

Erst am Cytostom wird für einen Augenblick die progrediente Bewegung eine stationäre im Sinne einer Rotation der einzelnen Partikelchen um ihre eigene Achse. Es hat den Anschein, als würde hier die Nahrung geprüft. Es ist das die Stelle, wo die Cytostomcilien beginnen. Es will mir scheinen, als fände sich an diesem Ort eine Einrichtung zur Nahrungsauslese. Ist die kurze Prüfung überstanden, so wird die Nahrung entweder für gut befunden und in den Cytopharynx hineinbefördert (Textfig. B_1), im anderen Falle dagegen ausgestoßen und weggeschleudert (Textfig. C_1).

Die Weiterbeförderung der Nahrung geschieht nun durch die Cytopharynx- und Ösophaguscilien. Der durch die Membranellentätigkeit erzeugte Wasserstrom übernimmt dabei die Rolle einer vis a tergo.

Mund, Schlundkopf und Schlund des Tieres besitzen eine beträchtliche Erweiterungsfähigkeit, die schon Stein auffiel, der „mehrmals sehr große tiefblaue *Stentoren*, welche ein und selbst

zwei ansehnliche Exemplare des *Stentor Roeselii* verschlungen hatten, die einen beträchtlichen Theil ihres Innern ausfüllten", beobachten konnte. Die Weite des Schlundes und seines Eingangs ist also variabel und kann sich dem jeweiligen Umfang der aufzunehmenden Nahrung anpassen. Wiederholt beobachtete ich relativ voluminöse Nahrungspartikel, deren Massigkeit in keinem Verhältnis stand zur Weite des normalen Pharynxeingangs. Wider Erwarten wurde die relative Größe dieser Partikelchen von den kritischen Eingangscilien nicht beanstandet. So beobachtete ich unter anderem einen relativ großen Nahrungsbrocken, der in gleichmäßiger progredienter Bewegung bis zum Cytostom gelangt war, hier in seiner Progredienz inne hielt und sich einen Augenblick um seine Achse drehte. Erst dann erweiterte sich der Cytopharynxeingang aktiv, verschlang den Brocken, der dann schwerfällig und langsam seinen Weg durch die tieferen Teile der Nahrungsstraße fortsetzte. Die beträchtliche Erweiterungsfähigkeit des Cytostoms und seiner innerplasmatischen Fortsetzung kam dabei deutlich zum Ausdruck.



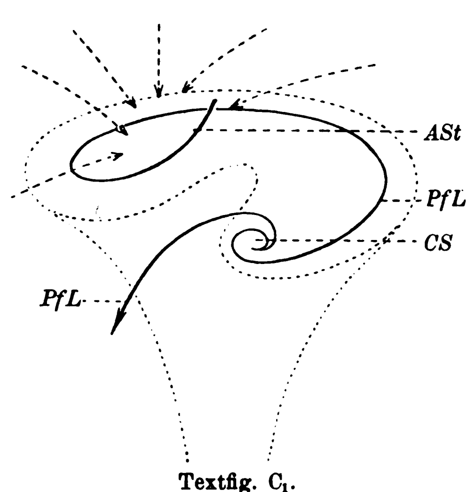
Textfig. B_1.
Schematische Wiedergabe des normalen Nahrungsweges.
ASt Nahrungsaufprallstelle. *CS* Cytostom.
PfL Pfeillinie für den Nahrungsweg.

Die Fortbewegungsgeschwindigkeit der Nahrungspartikelchen innerhalb des Cytopharynx nach dem Verschlucken ist eine ungleich geringere als die auf der Peristomscheibe. Deutlich beobachtete ich dabei eine peristaltische Welle, die über die Cytopharynxwandung hinweg lief, eine Erscheinung, die zweifellos auf ein fein abgestimmtes koordiniertes Muskelspiel der Schlundschnürer zurückgeführt werden muß. Sie, der Schlag von Cytopharynx- und Ösophaguscilien und die Wirkung des Wasserstromes im Sinne einer, wenn auch geringen vis a tergo sind die Faktoren, die die Nahrung dem Cytoplasma zuführen.

Das Schicksal der im Nahrungsstrom suspendierten Nahrungspartikelchen ist nicht das gleiche. Nicht-„schmeckende" Nahrung

wird ausgestoßen und weggeschleudert. Sie gelangt ebenfalls auf das Peristomfeld und von hier in gleichmäßigem Tempo zu der „Prüfstelle". Statt aber verschluckt zu werden, wird sie jetzt aus dem Cytostom- und Cytopharynxbereich durch den Raum, der hinter der Aufprallstelle *ASt* (Textfig. B_1, C_1) und zwischen dieser und dem Cytopharynxbeginn liegt, mit einer Geschwindigkeit in der Pfeilrichtung *PfL* weggeschleudert, die die der Gleitbewegung auf dem Peristomfeld übertrifft.

Soweit liegen die Dinge relativ einfach. Wie spielt sich aber dieser Schluck- und Auswurfvorgang ab, wenn ein Nahrungspartikelchen die „Prüfstelle" passiert hat, sich also bereits im Cytopharynx befindet, und ein anderes etwas später eintreffendes das Cytostom erreicht, nicht „schmeckt" und weggeschleudert wird? Diese Kombination konnte ich wiederholt beobachten und konnte dabei feststellen, daß mit großer Vehemenz auch hier die „nicht bekömmliche" Nahrung eliminiert wurde. Das einmal den Mund passierte Teilchen dagegen glitt ohne jegliche Störung ruhig und langsam tiefer durch den Schlundkopf hinein in den Ösophagus, um an seinem Ende eine Nahrungsvakuole zu bilden, die sich ablöst und zur Seite geschoben wird, sobald sich der Vorgang wiederholt.



Textfig. C_1.
Schematische Wiedergabe des Nahrungsauswahl-, -auswurf- und -wegschleuderungsvorganges.
ASt Nahrungsaufprallstelle. *CS* Cytostom.
PfL Pfeillinie für den Nahrungsweg.

Die Ergebnisse dieser Beobachtungen sind kurz zusammengefaßt folgende:

Das Cytostom, d. h. der Cytopharynxeingang, hat die Fähigkeit, sich nach Bedarf zu öffnen und zu schließen.

Cytopharynx und Ösophagus besitzen neben großer Ausdehnungsmöglichkeit die Fähigkeit zu peristaltischer Bewegung.

Das Tier ist imstande, Nahrungspartikelchen, die ihm „schmecken", aufzunehmen, andere dagegen von der Aufnahme auszuschließen und wegzuschleudern.

Im Cytopharynxeingang besitzt der *Stentor coeruleus* eine Nahrungsprüfstelle.

Die Schlüsse, die diese Ergebnisse zulassen, bespreche ich weiter unten.

Untersuchungen über das Nahrungsauswahlvermögen bei Protozoen im allgemeinen und bei *Stentor* insbesondere sind bekannt. Die Ansichten darüber sind sehr geteilt.

Ehrenberg weist auf die Aufnahme größerer Mengen unverdaulicher Karminkörnchen hin.

Verworn bestätigt diese Beobachtung und spricht auf Grund eigener Untersuchungen den Infusorien ein Nahrungsauswahlvermögen ab. Bütschli und Jennings sind derselben Meinung.

Im Gegensatz zu dieser Ansicht ist der Standpunkt anderer Autoren erwähnenswert. Schon Stein und Entz weisen auf das veränderte Verhalten von Infusorien hin, sobald „fremde" Teilchen mit dem Nahrungswasserstrom in den Pharynx gelangten. Sie beobachteten dann eine Unterbrechung und Richtungsänderung des Wasserstromes in dem Sinne, daß Fremdkörper weggeschleudert wurden.

Hodge und Aikins fassen ihre Ergebnisse dahin zusammen: "... a prime condition of creature's (*Vorticella*) life must be its ability to distinguish food from what is not food."

Auch Metalnikow befaßte sich mit Untersuchungen über Ernährung und Nahrungsauswahlvermögen von Infusorien. Er erwähnt die Aufnahme von Karmin und chinesischer Tusche durch *Paramaecium* und konnte dabei eine allmählich zunehmende Abneigung des Tieres gegen die genannten Stoffe feststellen, die soweit ging, daß bei einem etwa achtzehntägigen Aufenthalt im Wasser, das mit Karmin oder Tinte versetzt war, nur wenige oder keines von den Tieren diese Stoffe beherbergte.

Von Wert sind ferner eingehende physiologische experimentelle Untersuchungen Schaeffer's über das Nahrungsauswahlvermögen von *Stentor coeruleus*. Leider fehlen in der Arbeit morphologische Untersuchungen. Ich hoffe, durch meine vorangegangenen anatomischen Ausführungen die Lebendbeobachtungen von Schaeffer und mir einigermaßen gestützt und ihnen damit eine morphologische Basis gegeben zu haben, die meines Wissens bisher fehlte.

Ich möchte kurz die prägnantesten Daten der Schaeffer'schen Arbeit zitieren.

Der Verfasser beschreibt in seinen Ausführungen zunächst das normale Verhalten von *Stentor coeruleus* bei der Nahrungsaufnahme.

Am Cytopharynx unterscheidet er einen Anfangsteil, den "pouch" und dessen Forsetzung ins Innere, den "funnel". Wenn auch Schaeffer keine anatomische Begründung dieser Einteilung vorlegt, so scheint sie mir aus physiologischen Gründen, insbesondere mit Rücksicht auf die verschiedene Funktion der Cytopharynxcilien berechtigt zu sein. Ich wies schon oben darauf hin, daß nach meiner Ansicht die spezifische Qualität der verschiedenen Cytopharynxcilien ein unentbehrliches Postulat darstellt, wenn man ihre weitgehende biologische Bedeutung bedenkt.

Eine Erklärung für das Wegschleudern ungeeigneter Nahrung und das gleichzeitige und gleichmäßige Weiterbefördern verschluckter Teilchen innerhalb des Schlundes ist nur möglich durch die Annahme einer plötzlichen Richtungsänderung des Cilienschlages im Cytostombereich.

Auch Schaeffer ist dieser Ansicht, wenn er sagt: "It is of course quite certain that when a particle is ingested they beat downward towards the mouth and that when a particle is rejected they beat in the opposite direction." Schaeffer glaubt also nicht nur den Cytostomcilien, sondern dem gesamten Cilienapparat, soweit er für die Nahrungsaufnahme Verwendung findet, die Fähigkeit einer reversiblen Schlagrichtung zuschreiben zu müssen.

Während nach meinen Beobachtungen nur der Eingang und obere Abschnitt des Cytopharynx die Fähigkeit besitzen, die Schlagrichtung ihrer Cilien umzukehren, ist das nach Schaeffer allen Pharynx- und Ösophaguscilien möglich.

Beide Ansichten lassen sich gut an Feststellungen am lebenden Tier in Einklang bringen, nur scheint mir eine Erklärung des auffällig verschiedenen Verhaltens der Cytostom- und Cytopharynxcilien bei gleichzeitiger Anwesenheit eines Nahrungskörpers in Cytopharynx oder Ösophagus und eines „Fremdkörpers" im Bereich des Cytostoms auf der Basis der Schaeffer'schen Ansicht schwieriger zu sein. Nach meiner Überzeugung kann sich in einer solchen Lage nur die Schlagrichtung der Cytostomcilien geändert haben und nicht die aller Schlundcilien. Es wäre sonst nicht einzusehen, warum bei einer plötzlichen Richtungsänderung des Cilienschlages nicht auch Partikelchen, die sich bereits jenseits der kritischen Cilien befinden, mit hinausgeschleudert werden. Wie soll das aber auf Grund der Schaeffer'schen Ansicht verhindert werden? Und von welchem Punkte ab sollen die Cilien plötzlich rückwärts schlagen? Wie und wodurch wird dieser Punkt bestimmt? Etwa durch den taktilen Reiz der Nahrung auf die Cilien? Wie dann aber, wenn die Teilchen

sehr klein sind? — Alles das sind Fragen, die, wie ich glaube, ihre Berechtigung sofort einbüßen bei der Annahme einer streng lokalisierten Prüf- und Nahrungsauslesestelle.

Ich bin mir dabei bewußt, daß diese Annahme vorläufig keine größere Daseinsberechtigung aufweist als die von SCHAEFFER, nur scheint sie mir das hier vorliegende Problem zu vereinfachen.

Es war mir nicht möglich, Erscheinungen, die SCHAEFFER "loops" nennt, zu beobachten, ohne aber damit ihr Vorkommen in Abrede stellen zu wollen. Der amerikanische Autor versteht unter "loops' die Erscheinung, daß ". . . the particle may travel back and forth many times in the funnel, or in the pouch, or through the extent of both, before either ingestion or rejection takes place. It may go down to the mouth and be nevertheless finally rejected or it may go only half way down before its direction is reversed."

SCHAEFFER erwähnt noch eine andere Abwehrmaßnahme des *Stentor coeruleus* gegen Fremdkörper, die auf das Peristomfeld gelangen. In diesem Falle leiten die Peristomfeldcilien die Nahrungspartikelchen nicht bis zum Cytostom und Cytopharynx, sondern rollen sie in "push ball fashion" im Kreise herum, dessen Peripherie das ganze Peristomfeld mit Ausnahme des Cytostoms umspannt. So werden die einzelnen Nahrungsteilchen zu großen lockeren Klumpen zusammengeballt. Durch eine "special reaction or by accident — I didn't determine which —" werden die Häufchen auf der dem Cytopharynx entgegengesetzten Seite über den Peristomrand hinausgeworfen.

Eine derartige Erscheinung habe ich nie in dieser prägnanten Form beobachten können. Zwar kamen gelegentlich Abweichungen von der normalen Richtung der Nahrungsstraße vor, doch folgten ihr schließlich alle Futterstoffe, die auf das Peristomfeld geschleudert wurden, um dem Cytostom zur Auslese zugeführt zu werden.

Die Anordnung der Cilien und die Gestalt des Peristomfeldes scheinen mir den von SCHAEFFER beobachteten Vorgang im Sinne eines unentbehrlichen biologischen Bedürfnisses sehr wenig wahrscheinlich zu machen. Ich erkenne auch nicht den biologischen Wert und die Notwendigkeit dieses Wechsels in der Topik der Nahrungsauswahl, ganz abgesehen davon, daß auf diese Weise Futterstoffe und unverdauliche Fremdkörper zusammengeballt werden und dadurch gerade das, was erreicht werden soll, die Nahrungsauswahl, unmöglich gemacht wird.

Nach diesen Überlegungen scheint mir der SCHAEFFER'sche Vorgang nicht nur nicht nötig zu sein, sondern muß sogar als störend

empfunden werden. Wie häufig diese Erscheinung auftritt, regelmäßig oder unregelmäßig und wieviel Zeit jeder einzelne Vorgang beansprucht, läßt der Autor undiskutiert.

Die funktionelle Sonderstellung der Cytostomcilien habe ich oben zur Genüge betont. Dieses besondere Qualitätszeichen spiegelt sich in einer weiteren Feststellung wieder.

Ich beobachtete nämlich *Stentoren*, deren Peristommembranellen stillstanden und konnte dabei konstatieren, daß die Cytostom-, Cytopharynx- und Ösophaguscilien dadurch in ihrer gewohnten Tätigkeit in keiner Weise beeinflußt wurden; eine höchst auffällige Tatsache, die die Funktionsverschiedenheit dieser Ciliensysteme betont. Die Analyse des verschiedenen funktionellen Verhaltens der drei Ciliensysteme des Nahrungsweges stößt vorerst noch auf Schwierigkeiten, was bei der geringen Kenntnis der morphologischen Verhältnisse dieser Region kaum wundernehmen kann.

Ich erwähnte oben (S. 60) eine feine Fibrille *Fi* (Textfig. X, Y), die die Basalsäume der Membranellen untereinander in Verbindung zu setzen scheint. Ihr möchte ich konduktile oder wenigstens koordinierende Funktion in dem wechselvollen Bilde der Membranellen- und Cilienbewegung, wie ich dies schon andeutete, zuerteilen. Gewiß ist das nur eine geringe und nicht ausreichende anatomische Basis für die erstaunlich wechselvollen und sinngemäß geregelten äußeren Erscheinungen innerplasmatischer Vorgänge, aber dennoch keine geringwertige, wie ich glaube.

Schaeffer hat sich eingehender mit der Frage des Nahrungsauswahlvermögens bei *Stentor coeruleus* befaßt, wenn er dieses Problem auch nur von der physiologisch-experimentellen Seite in Angriff nahm. An zahlreichen Versuchen prüfte er die Leistungsfähigkeit der genannten Ciliensysteme in bezug auf die Futterauslese und kam dabei zu interessanten Ergebnissen. Es gelang ihm bei *Stentor coeruleus* nicht nur die Fähigkeit festzustellen, Fremdkörper von Nahrungspartikeln zu unterscheiden, sondern er bewies, daß das Tier mit verblüffender Genauigkeit in der Lage ist, innerhalb der aufnahme- und verdauungsfähigen Nahrung eine feinere Auswahl zu treffen, eine Erscheinung, die wiederum abhängig ist von dem jeweiligen Sättigungsgrad des Tieres.

So kam Schaeffer zu der Überzeugung, "... that discrimination becomes more perfect as hunger becomes less".

Auch nach meinen Erfahrungen ist die Feinheit des Nahrungsauswahlvermögens bei *Stentor coeruleus* seinem Hungergrad umgekehrt proportional. Die Sensibilität der „Prüfstelle" und damit die Aus-

lösung des Auswurfmechanismus scheint eine Funktion des Sättigungsgrades des Tieres zu sein.

Der gesättigte *Stentor* ist wählerischer in bezug auf seine Nahrung als der hungrige. Er prüft sorgfältiger. So ist die Reizschwelle eine offenbar gleitende, sie variiert und ist abhängig von dem jeweiligen physiologischen Augenblickszustand des Tieres.

Die Feststellung dieser Daten gebiert die Frage nach dem Sitz dieses spezifischen Auswahlvermögens. Es ist bemerkenswert, daß einige Beobachtungen SCHAEFFER zu zwingen scheinen, von einem "stimulus-receiving organ" zu reden, ohne leider auf dieses Gebilde irgendwie weiter einzugehen. Ich erwähne das deshalb, weil mir hier ein Anknüpfungspunkt zu liegen scheint mit meiner Annahme einer streng lokalisierten Nahrungsprüf- und -auswahlstelle am Cytopharynxeingang.

Diese Vermutung scheint mir auf Grund meiner oben erwähnten Beobachtung und aus praktischen Gründen nicht ganz unberechtigt zu sein, um so mehr als sie durch Untersuchungen ROESLE's eine Bestätigung zu erfahren scheint. An einer Stelle seiner Arbeit, die sich mit der Reaktion von *Stentoren* auf Induktionsströme befaßt, heißt es: „. . . die Reaktion aber nur dann früher erfolgte, wenn der Strom direkt in die Peristomöffnung hineinging, so geht ferner daraus hervor, daß nicht die Peristomrandwimpern eine größere Reizbarkeit besitzen, wohl aber die Peristomöffnung, d. h. der Zellmund". Noch bezeichnender ist eine andere Stelle: „Es dürfte demnach die Annahme berechtigt sein, daß der Zellmund (die Peristomöffnung) die elektrisch reizbarste Stelle des Körpers darstellt und daß die Erregung des Tieres an der Anode erfolgt."

In seiner Zusammenfassung kommt er zu folgendem Schluß: „Wir können aus allen diesen evidenten Ergebnissen obiger Versuche ohne Zweifel den Schluß ziehen, daß die Reizbarkeit schon in den einzelligen Organismen der *Stentoren* und per analogiam der übrigen untersuchten Ciliaten eine Differenzierung erlitten hat, indem das Peristom und innerhalb desselben der Zellmund sich elektrischen Reizen gegenüber erregbarer zeigt als die übrigen Teile des Körperplasmas."

Ich muß gestehen, daß ich außer der wiederholt erwähnten Fibrille *Fi* (Textfig. X, Y) keine anatomische Unterlage für meine Vermutung fand, doch scheinen mir die Beobachtungsergebnisse die Annahme eines Zentrums für das Nahrungsauswahlvermögen des *Stentor coeruleus* am Cytostom *CS* (Fig. 9 Taf. 1, Textfig. W, Z,

B_1, C_1) nicht zu verbieten. Die direkte Wahrnehmung muß hier allerdings durch einen Analogieschluß ersetzt werden.

Gibt es nun eine physiologische Erklärung für dieses verschiedene Verhalten des *Stentor* im Hunger- und Sättigungszustand? So einfach diese Frage im ersten Augenblick erscheint, so groß ist die Fülle ungelöster Probleme, die sie einschließt. Was ist Hunger und was ist Appetit? Wo hört das Physiologische auf und wo beginnt das Pathologische dieser Vorgänge? Wodurch und wie werden diese doch alltäglichen Erscheinungen ausgelöst? Die Physiologie gibt darauf keine Antwort. Sie bezeichnet Hunger- und Appetitgefühl als Allgemeinempfindungen, ohne daß damit etwas erklärt wäre und nimmt ihre Zuflucht zu einer Fülle von Theorien, auf die ich hier nicht eingehen kann.

Soviel, glaube ich, steht jedenfalls fest: Die beobachteten Vorgänge der Nahrungsauswahl und ihr Ablauf im einzelnen machen so sehr den Eindruck des Gewollten und des zweckmäßig Überlegten, daß die Annahme von Hunger- oder Leermeldungen unentbehrlich zu sein scheint. Dem hypothetischen Zentrum im Cytostom des Tieres müssen Erregungen irgendwelcher Art, sei es auf plasmogenem oder neuroidogenem Wege zufließen. Um aber zu einem selektiven Verlangen nach bestimmten Stoffen zu kommen, müssen diese Meldungen notwendigerweise über die Schwelle des „Bewußtseins" gehoben werden.

Wir sehen daraus, wie kompliziert die Dinge liegen.

Wie bei höheren Tieren, so muß meines Erachtens bei *Stentor coeruleus* insbesondere und bei den Protozoen schlechtweg der Vorgang der Nahrungsaufnahme zerfallen in eine gnostische, in eine selektive und in eine effektive oder praktische Komponente. Alles deutet darauf hin, daß auch dieses Tier zunächst seine Nahrung erkennt, sie dann auf Grund unbekannter komplizierter assoziativer Vorgänge erwählt, um sie erst dann zu verschlingen.

So scheint mir auf Grund dieser Untersuchungen eine einfache mechanische Deutung der Nahrungsauswahl bei Protozoen, wie das einige Autoren wollen, in diesem Falle nicht auszureichen, vielmehr will mir eine Erklärung dieser Vorgänge im vitalistischen und psychologischen Sinne gerechtfertigter erscheinen.

VI. Zusammenfassung.

1. Bei *Stentor coeruleus* liegt die physiologische Bedeutung der Myoneme in der Wahrung der Konstanz der Bewegungsrichtung. Während das diffuse Kontraktionsvermögen des Protoplasma eine ungeordnete apolare Bewegung vermittelt, wird diese durch seine fortgeschrittenere Differenzierung, durch das Myonem, zu einer polar und eindimensional orientierten.

2. Die Myoneme liegen im Ectoplasma, allseitig von Protoplasma umgeben und stehen mit diesem in innigster Berührung. Myonemkanäle sind nicht vorhanden. Die Phänomene, die solche vortäuschen, verdanken ihre Existenz dem Einfluß der Konservierungsprozedur und müssen als Kunstprodukte gedeutet werden.

3. Die Myoneme beginnen als feine eben noch wahrnehmbare Fibrillen im Ectoplasma des äußeren Peristomrandes, verlaufen unter den Zwischenstreifen abwärts, werden allmählich dicker und streben dann konvergierend dem Fußende des *Stentor* zu. Hier biegen sie plötzlich nach innen um und verlaufen dann im zentralen Cytoplasma in Bündelform eng aneinander gelagert unter allmählicher pinselartiger Aufsplitterung aufwärts in der Richtung des Peristoms.

4. Statt eines regulären, gesetzmäßigen und konstanten Organisationsverhältnisses liegt in den Myonemverzweigungen Irregularität und Willkür.

5. Am unteren *Stentor*-Pol findet sich ein besonders differenzierter Protoplasmasaum, der bei dem Anheftungsvorgang des Tieres eine Rolle spielt.

6. Der Anheftungsmechanismus von *Stentor coeruleus* beruht im wesentlichen auf einer Saugnapfwirkung.

7. Die *Stentor*-Myoneme sind relativ breite und hohe Bänder. Ihr Querschnitt hat die Form einer Ellipse.

8. Der Myonemquerschritt erscheint bei den angewandten Färbemethoden nicht homogen, sondern differenziert sich in eine axiale Protoplasmamasse und eine relativ dicke Plasmahülle.

9. Die Myoneme von *Stentor coeruleus* weisen eine regelmäßige und gleichförmige Querstreifung auf.

10. In einigen Schnittbildern von *Stentor coeruleus* fanden sich vereinzelt Myoneme von rosenkranzartigem Aussehen. Lokale Verdichtungen der Myonemsubstanz — Myonembäuche — wechselten ab mit weniger dunkel gefärbten Myonembrücken. Diese Myonembäuche scheinen in direktem Zusammenhang zu stehen mit der Kontraktion,



doch ist ihre Deutung als Artefakt nicht mit Sicherheit auszuschließen.

11. In den Zwischenstreifen von *Stentor coeruleus* fanden sich in Begleitung der Myoneme feine fibrillenartige Organellen, die ich „Neuroide“ nenne. Wahrscheinlich sind diese Gebilde zu deuten als konduktile und koordinierende Elemente. Vielleicht liegt in diesem Befund eine Bestätigung der Neresheimer'schen „Neurophane“.

12. Myonem und Neuroid unterscheiden sich durch ihre Gestalt, Dicke und durch ihre verschiedene Affinität gegenüber Farbstoffen. Im kontrahierten Tier sind die Myoneme verkürzt und verdickt; die Neuroide verändern ihre Länge und Dicke nicht, sondern erfahren nur eine Schlängelung: Auf der einen Seite aktive Kontraktilität, auf der anderen passive Verlagerung.

13. Myonem und Neuroid treten miteinander in Beziehung. Einige Neuroide enden in den Myonemen, andere geben zu deren Versorgung nur Äste ab.

14. Bilder, die wahrscheinlich denen der von Neresheimer beschriebenen „Endknöpfchen“ der „Neurophane“ entsprechen, fand auch ich, konnte aber feststellen, daß diese scheinbaren eigentümlichen Modifikationen gewisser Neuroide lediglich optische Täuschungen darstellen.

15. 0,4 proz. Na_2SO_4-Lösung hat auf die Motilität von *Stentor coeruleus* einen lähmenden Einfluß.

16. Stützt man sich auf die Literatur, so läßt sich vielleicht eine kontinuierliche Entwicklungsreihe und damit eine Stufenleiter für ein „Nervensystem“ bei den Protozoen konstruieren, die, bei den relativ einfachen Amöben beginnend, über die Flagellaten hinaufführt bis zu den komplizierten Ciliaten.

Wieweit diese Hypothese haltbar ist, möchte ich nicht entscheiden.

17. Die Elemente der adoralen Membranellenzone bei *Stentor coeruleus* bestehen aus der extracytoplasmatisch gelegenen Membranelle und dem intracytoplasmatischen Basalapparat.

18. Die Membranelle ist dadurch charakterisiert, daß in ihr mehrere Einzelcilien durch Verwachsung und Verklebung als funktionelle Einheit, als physiologischer Verband höherer Ordnung in die Erscheinung treten.

19. Die Basalkörperchen der einzelnen Membranellencilien sind in zwei Reihen als feine eng benachbarte Pünktchen angeordnet. Ihre Gesamtheit bildet den Basalsaum.

20. Die Verankerung der Membranelle im Cytoplasma geschieht

mit Hilfe einer dünnen strukturlosen und rechteckigen Basallamelle. Eine Verbindung der Basallamellen als solche untereinander besteht nicht.

21. Die von früheren Autoren beschriebenen „Endfädchen“ und „Basalfibrillen“ sind optische Trugbilder, bedingt durch die Torsion und dachziegelartige Aneinanderlagerung der Basallamellen.

22. Der ganze Basalapparat hat rein mechanische Funktion, er dient zur Verankerung der Membranellen.

23. Die Torsion der Basallamelle erscheint mir als sinnreiche biotechnische Vervollkommnung der intracytoplasmatischen Membranellenverankerung.

24. In der Nähe des Cytostoms lösen sich Membranelle und Basalsaum in ihre Bestandteile auf, um sich als isolierte Cilien mit Basalkörperchen in das Innere des Tieres fortzusetzen.

25. An der Innenseite der Basalsäume verläuft eine feine ungeschlängelte in fast allen Schnitten wiederkehrende Fibrille, der ich reizleitende und funktionell koordinierende Funktion zuschreiben möchte.

26. Das Peristomfeld von *Stentor coeruleus* steigt in rechts gewundener Spirale wendeltreppenartig in die Tiefe bis zu einer taschenartigen Einbuchtung, in deren Grund das Cytostom mit seinem Übergang in Cytopharynx und Ösophagus liegt.

27. Die Peristomfeldmyoneme gehen aus von dem inneren Rand der linken Membranellenzone, ohne mit ihr in Kontakt zu stehen.

28. Die Peristomfeldmyoneme sind schlanker und dünner als die Körperwandmyoneme. Feinere Strukturen (Querstreifung, axiale Markschicht, periphere Plasmahülle) konnten nicht festgestellt werden.

29. Alle Peristomfeldmyoneme verlaufen in Richtung des Uhrzeigers isoliert, ohne zu anastomosieren, kontinuierlich bis zum Ende des Ösophagus.

30. Der Mund von *Stentor coeruleus* liegt an der tiefsten Stelle des Peristomfeldes und bezeichnet dessen Übergang in den eigentlichen Schlundkopf und Schlund.

31. Cytostom, Cytopharynx und Osophagus in ihrer Gesamtheit geben ihrem Verlauf nach ungefähr die Gestalt einer Korkzieherwindung wieder. Der Mund und das Ende des Schlundes liegen etwa in derselben Frontalebene, während der Ösophagusbeginn in dorsal-konvexer Richtung verläuft.

32. Im Verlaufe des Nahrungsweges lassen sich morphologisch und funktionell drei Ciliensysteme unterscheiden: die Membranellen, die Peristomfeldcilien und die Cytostom-, Cytopharynx-Ösophagus-



cilien. Von letzteren nehmen die Mundcilien eine funktionelle Sonderstellung ein.

33. Mit der zunehmenden Tiefe ihrer Lage geht eine zahlenmäßige Verringerung der Cilien Hand in Hand.

34. *Stentor coeruleus* besitzt in ausgesprochenem Maße die Fähigkeit der Nahrungsauswahl. Das Tier ist imstande, Nahrungspartikelchen, die ihm „schmecken", aufzunehmen, andere dagegen von der Aufnahme auszuschließen und wegzuschleudern.

35. Im Cytostom liegt eine „Nahrungsprüfstelle", von deren Funktion die Auswahl der Nahrung abhängt.

36. Das Wegschleudern ungeeigneter Nahrung und das gleichzeitige und gleichmäßige Weiterbefördern verschluckter Teilchen innerhalb des Schlundes ist nur möglich durch die Annahme einer plötzlichen Richtungsänderung des Cilienschlages im Cytostombereich.

37. Die Sensibilität der „Prüfstelle" und damit die Auslösung des Auswurfmechanismus scheint eine Funktion des Sättigungsgrades des Tieres zu sein, d. h. die Feinheit des Nahrungsauswahlvermögens bei *Stentor coeruleus* ist seinem Hungergrad umgekehrt proportional.

38. Das Cytostom hat die Fähigkeit, sich nach Bedarf aktiv zu öffnen und zu schließen.

39. Cytopharynx und Ösophagus besitzen neben großer Ausdehnungsmöglichkeit die Fähigkeit zu peristaltischer Bewegung.

Ich möchte diese Arbeit nicht abschließen, ohne meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Rat Korschelt, für die Anregung zu den vorliegenden Untersuchungen und seine stets freundliche Unterstützung auch an dieser Stelle meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Für Rat und Tat bin ich Herrn Prof. Tönniges zu großem Dank verpflichtet. Auch danke ich den Assistenten des Zoolog. Instituts, Herrn Priv.-Dozenten Dr. v. Haffner, Herrn Dr. Mattes und dem Herrn Oberpräparator Wiese für ihre freundliche Hilfe.

Daß die Arbeit in absehbarer Zeit zur Vollendung kam, ist nicht zum wenigsten auf die Entlastung von anderen Arbeiten durch meinen Chef, den Direktor des Anatomischen Instituts, Herrn Prof. Göppert, zurückzuführen. Ich danke ihm dafür auch an dieser Stelle herzlich.

VII. Buchstabenerklärung.

a = horizontal verlaufendes Teilstück des Neuroids N.
a_1 = schräg nach unten verlaufendes Teilstück des Neuroids N.
aa = kleine untere Rechteckseite der Basallamelle.
A = Myonemgabel.
A_2 = Anastomose von 2 Myonemen.
A_3 = Anastomose von 3 Myonemen.
A_4 = Anastomose von 4 Myonemen.
ASt = Nahrungsaufprallstelle.
b = horizontal verlaufendes Teilstück des Neuroids N.
bb = hinterer Teil der großen Basallamellenseite.
B = Myonemgabel.
Bk = Basalkörperchen.
Bl = Basallamelle.
BM = Blind endigende Myoneme.
BS = Basalsaum.
C = Myonemgabel.
CG = Cytopharynxgewölbe.
Ci = Cilien.
CM = Cytopharynxmyoneme.
CP = Cytopharynx.
CS = Cytostom.
CPC = Cytopharynxcilien.
CSC = Cytostomcilien.
D = Myonemgabel.
E = Myonemgabel.
EF = Endfädchen.
F = Myonemgabel.
Fi = konduktile Peristomfeldfibrille.
FStr = fibrilläre Membranellenstreifung.
K = Neuroidknöpfchen.
KC = Körpercilien.
Ke = Kern.
L = zwei Lamellen verschmolzener Cilien.
LR = luftleerer Raum unter dem Myonemzelt.
M = Myonem.
Mb = Myonembündel.
MB = Myonembauch.
MBK = Myonembrücke.
Mbr = Membranelle.
Mg = Myonemgabel.
MZ = Myonemzelt.
N = Neuroid.
Na = Nahrungspartikel.
Nt = Neuroidast.
NW = Neuroidschlängelung.
NWg = Nahrungsweg.
NQ = Neuroidquerschnitt.
O = Ösophagus.
OB = Ösophagusbeginn.
OC = Ösophaguscilien.
OeM = Ösophagusmyoneme.
OM = Ösophagusmündung.
OS = optische Schnittebene durch das schematisierte Neuroid N.
P = pinselartige Aufsplitterung des Myonembündels.
PD = Cytopharynxdach.
PfL = Pfeillinie für den Nahrungsweg.
PH = Protoplasmahülle.
PL = protoplasmatische Grenzleiste zwischen Cytopharynx und Ösophagus.
PM = Peristomfeldmyonem.
PMa = Protoplasmamark.
PR = Protoplasmaring.
Q = Querschnitt des schematisierten Neuroids N.
QStr = Myonemquerstreifung.
S = Protoplasmasaum am unteren Stentorpol.
Sl = Saumlippe.
SN = Napfartige Vertiefung am Stentorfuß.
TOC = tiefe Ösophaguscilien.
UB = Umbiegungsstelle der Wandmyoneme in das Innere des Tieres.
UG = Übergangsstelle des Ösophagus ins Cytoplasma.
V = Verbindung von Neuroid und Myonem.
VB = Verbreiterung des unteren Stentorendes zu beiden Seiten des Saugnapfes.

VIII. Literaturverzeichnis.

1) Alexeieff, A. (1912): Sur la revision du genre Bodo Ehrbg. Arch. f. Protistenk. Bd. 26.
2) Baglioni, S. (1913): Physiologie des Nervensystems. Winterstein, Handb. d. vergleich. Physiol. Bd. 4. Jena.
3) Ballowitz, E. (1890): Fibrilläre Struktur und Kontraktilität. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 46.
4) Bernstein, J. (1915): Experimentelles und Kritisches zur Theorie der Muskelkontraktion. Pflüger's Arch. Bd. 162.
5) Brauer, A. (1885): Bursaria truncatella unter Berücksichtigung anderer Heterotrichen und der Vorticellen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 19.
6) Braune, R. (1914): Untersuchungen über die im Wiederkäuermagen vorkommenden Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 32.
7) Bütschli, O. (1887/89): Protozoa. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreiches Bd. 1 Abt. 3.
8) Czapek, F. (1898): Weitere Beiträge zur Kenntnis der geotropischen Reizbewegungen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 32.
9) Daley McDonald, J. (1922): On Balantidium coli (Malsten) and Balantidium suis (sp. nov.) with an account of their neuromotor apparatus. Univ. of Calif. Publ. in Zool. Vol. 20 No. 10.
10) Delage, Yves et Hérouard, Edgard (1896): Traité de Zoologie concrète. T. I. La Cellule et les Protozoaires. Paris, Schleicher Frères, Editeurs.
11) Dembowski, J. (1923): Bewegung von Paramaecium caudatum. Arch. f. Protistenk. Bd. 47.
12) Doflein, F. (1916): Lehrbuch der Protozoenkunde. 4. Aufl. Gustav Fischer, Jena.
13) Ehrenberg. C. G. (1838): Die Infusionsthiere als vollkommene Organismen. Leipzig.
14) Engelmann, Th. W. (1879): Physiologie der Protoplasma- und Flimmerbewegung. Hermann's Handb. d. Physiol. Bd. 1.
15) — (1875): Kontraktilität und Doppelbrechung. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 11.
16) — (1876): Über Entwicklung und Fortpflanzung der Infusorien. Morphol. Jahrb. Bd. 1.
17) — (1880): Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzelle. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 23.
18) Entz, Géza (1888): Studien über Protisten. Aufträge der Kgl. Ung. Naturw. Ges. Budapest.
19) — (1919): Studien über Organ und Biologie der Tintinniden. Arch. f. Protistenk. Bd. 15.
20) Fabre-Doumergue, P. (1888): Recherches anatomiques et physiologiques sur les infusoires ciliés. Annales des sciences nat. Zool. T. 1. 5.
21) Fauré-Frémiet, E. (1908): Le Tintinnideum inquilinum (Travail du laboratoire de Cytologie de l'école des Hautes Etudes au Collège de France). Arch. f. Protistenk. Bd. 11.



22) FITTING, H. (1905): Die Reizleitungsvorgänge bei den Pflanzen. I. Teil: Das Vorkommen von Reizleitungsvorgängen bei den Pflanzen und die Methoden zu ihrem Nachweise. Ergebn. d. Physiol. I. u. II. Abt. 4. Jahrg.
— (1906): II. Teil: Der Ablauf der Reizleitungsvorgänge. Ebenda 5. Jahrg.
23) FÜRTH. O. v. (1919): Die Kolloidchemie des Muskels und ihre Beziehung zu den Problemen der Kontraktion und der Starre. Ergebn. d. Physiol. Bd. 17.
24) GRASSI, B. u. SCHEWIAKOFF, W. (1859): Beiträge zur Kenntnis der Megastoma entericum. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 46.
25) GREEFF, R. (1870/71): Untersuchungen über den Bau und die Naturgeschichte der Vorticellen. Arch. f. Naturgesch. Bd. 1.
26) GRIFFIN, L. E. (1910): Euplotes worcesteri sp. nov. I. Structure. Philippine jour. Sci. Vol. 5.
27) — (1910): Euplotes worcesteri sp. nov. II. Division. Ibid.
28) GRUBER, A. (1878): Die Haftorgane der Stentoren. Zool. Anz. Jahrg. 1.
29) — (1886): Beiträge zur Kenntnis der Physiologie und Biologie der Protozoen. Ber. d. naturf. Ges. Freiburg i. B. Bd. 1 Heft 2.
30) HABERLANDT, G. (1890): Das reizleitende Gewebesystem der Sinnpflanze. Leipzig.
31) — (1901): Über fibrilläre Plasmastrukturen. Ber. d. deutsch. bot. Ges.
32) HAECKEL, E. (1873): Zur Morphologie der Infusorien. Jenaische Zeitschr. Bd. 7.
33) HALL, R. F. (1923): Morphology and binary fission of Menoidium incurvum (Fres.) KLEBS. Univ. of Calif. Publ. in Zool. Vol. 20 No. 21.
34) HARTMANN, M. (1925): Allgemeine Biologie. Eine Einleitung in die Lehre vom Leben. I. Teil. Gustav Fischer, Jena.
35) HEIDENHAIN, M. (1911): Plasma und Zelle. v. BARDELEBEN, Handb. d. Anat. d. Menschen Bd. 8. Gustav Fischer, Jena.
36) HODGE and AIKINS (1893): The Daily Life of Protozoons. Amer. Journ. Physiol.
37) HÜRTHLE, K. (1909): Uber die Strukturen der quergestreiften Muskelfasern von Hydrophilus im ruhenden und tätigen Zustand. PFLÜGER's Arch. Bd. 126.
38) JENNINGS, H. S. (1902): Studies on reactions to stimuli in unicellular organisms. On the behavior of fixed infusoria to the modifiability of Protozoon reactions. The Amer. Journ. of Physiol. Vol. 8.
39) — (1904): Contribution to the study of the behaviour of lower organisms. Washington, Carnegie Inst.
40) JOHNSON, H. P. (1893): A contribution to the morphology and biology of the stentors. Journ. of Morphology. Vol. 8, Boston U. S. A.
41) KÖLLIKER, A. (1845): Die Lehre von der tierischen Zelle. SCHLEIDEN u. NÄGELI's Zeitschr. f. wiss. Bot. Bd. 1 Heft 2.
42) KOERNICKE, N. (1903): Der heutige Stand der pflanzlichen Zellforschung. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 21, Generalvers.-Heft 66.
43) KOFOID, C. A. and CHRISTIANSEN, E. B. (1915): On binary and multiple fission in Giardia muris (GRASSI). Univ. of Calif. Publ. in Zoology Vol. 16.
44) — — (1915): On Giardia microti sp. nov. from the meadow mouse. Ibid. Vol. 16.
45) KOFOID, C. A. and SWEZY, O. (1915): a) Mitosis and multiple fission in trichomonad flagellates. Proc. Amer. Acad. Arts and Sci. Boston Vol. 51.
46) KOFOID, C. A. (1915/16): Biological and medical significance of the intestinal flagellates. Proc. Sec. Pan Amer. Sci. Comp.
47) KOFOID, C. A. and SWEZY, O. (1919): Studies on the parasites of the termites. Univ. of Calif. Publ. in Zoology Vol. 20 No. 1—4. — I. On Streblomastix strix, a polymastigote flagellate with a linear plasmodial phase. II. On

Trichomitus termitidis, a polymastigote flagellate with a highly developed neuromotor system. III. On Trichonympha campanula sp. nov. IV. On Leidyopsis sphaerica gen. nov., sp. nov.
48) — — (1920): On the Morphology and Mitosis of Chilomastix Mesnili (Wenyon), a common Flagellate of the human intestine. Univ. of Calif. Publ. in Zoology Vol. 20 No. 5.
49) — — (1922): Mitosis and fission in the active and encysted phases of Giardia enterica (Grassi) of man, with a discussion of the method of origin of bilateral symmetry in the polymastigote flagellates. Ibid. Vol. 20 Nr. 8.
50) Kraft, H. (1890): Zur Physiologie des Flimmerepithels bei Wirbeltieren. Pflüger's Arch. Bd. 47.
51) Kühne, W. (1859): Über direkte und indirekte Muskelreizung mittels chemischer Agentien. Arch. f. Anat. Jahrg. 1859.
52) — (1859): Über Muskelzuckungen ohne Beteiligung der Nerven. Ibid.
53) — (1859): Untersuchungen über Bewegungen und Veränderungen der kontraktilen Substanz. Ibid.
54) — (1859): Über sog. idiomuskuläre Kontraktion. Ibid.
55) Kuhla, F. (1900): Die Plasmaverbindungen bei Viscum album. Bot. Zeitung Jahrg. 58.
56) Lang, A. (1901): Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. Protozoa.
57) Lebedew, W. (1909): Über Trachelocerca phoenicopterus Cohn (ein marines Infusor). Arch. f. Protistenk. Bd. 13.
58) Lieberkühn, N. (1857): Beiträge zur Anatomie der Spongien. Müller's Arch. p. 403 (Anmerkung).
59) Loeb, J. (1897): Zur Theorie der physiologischen Licht- und Schwerkraftwirkungen. Arch. f. d. ges. Physiol. Vol. 66.
60) — (1907): Concerning the theory of tropisms. Journ. of exper. Zool. Vol. 4.
61) — (1913): Tropismen. Winterstein, Handb. d. vergl. Physiol. Bd. 4. Jena 1913.
62) Lühe, M. (1913): Lang, A., Handbuch der Morphologie der wirbellosen Tiere. 1. Bd. Protozoa.
63) Mast, S. O. (1910): Reactions in Amoeba to light. Journ. of exper. Zool. Vol. 9.
64) Maier, H. N. (1902): Über den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.
65) Marcus, H. (1913): Über die Struktur einer glatten Muskelzelle und ihre Veränderung bei der Kontraktion. Anat. Anz. Bd. 44.
66) Maupas, E. (1883): Contribution à l'étude morphologique et anatomique des infusoires ciliés. Arch. de Zool. expér. (2) T. 1.
67) Maurer, F. (1894): Die Elemente der Rumpfmuskulatur bei Cyclostomen und höheren Wirbelthieren. Morph. Jahrb. Bd. 21.
68) Meissner, M.: Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 46.
69) Metalnikow, S. (1907): Über die Ernährung der Infusorien und deren Fähigkeit, die Nahrung zu wählen. Travaux de la Soc. Imp. des Naturalists de St. Pétersbourg Bd. 38 Lief. 1 Nr. 4.
70) Metzner, R. (1902): Untersuchungen an Megastoma entericum aus dem Kaninchendarm. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 70.
71) Metzner, G. (1920): Zur Mechanik der Geißelbewegung. Biol. Zentralbl. Bd. 40.
72) Meyer, A. (1920): Analyse der Zelle. Gustav Fischer, Jena 1920.

73) Moxon, W. (1869): On some points of the Anatomy of Stentor and its mode of Division. Journ. of anat and physiol. Vol. 3.

74) Nemec, B. (1900): Die Reizleitung und die reizleitenden Strukturen bei der Pflanze. Biol. Zentralbl. Bd. 20.

75) — (1897): Cytologische Untersuchungen an Vegetationspunkten der Pflanzen. Sitz.-Ber. d. böhm. Ges. d. Wiss. Prag.

76) — (1899): Über die karyokinetische Kernteilung in der Wurzelspitze von Allium cepa. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 33 p. 313.

77) Nestler, A. (1898): Über die durch Wundreiz bewirkten Bewegungserscheinungen des Zellkernes und des Protoplasmas. Sitz.-Ber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien.

78) Neresheimer, E. R. (1903): Über die Höhe histologischer Differenzierung bei heterotrichen Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.

79) — (1907): Nochmals über Stentor coeruleus. Arch. f. Protistenk. Bd. 9.

80) Nirenstein, E. (1905): Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Protisten. Zeitschr. f. allg. Physiol. Bd. 5.

81) Peter, K. (1899): Das Zentrum für die Flimmer- und Geißelbewegung. Anat. Anz. Bd. 15.

82) Pfeffer, W. (1888): Über chemotaktische Bewegungen von Bakterien, Flagellaten und Volvocineen. Unters. Bot. Inst. Tübingen Bd. 2.

83) Plenge, H. (1900): Über die Verbindungen zwischen Geißel und Kern bei den Schwärmerzellen der Mycetozoen und bei Flagellaten und über die an Metazoen aufgefundenen Beziehungen der Flimmerapparate zum Protoplasma und Kern. Diss. Marburg und Verh. des naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg N. F. Bd. 6 Heft 3.

84) Prowazek, S. (1903): Protozoenstudien III (Euplotes harpa). Arb. a. d. Zool. Inst. d. Univ. Wien Bd. 14.

85) Pütter, A. (1904): Die Reizbeantwortung der ciliaten Infusorien. Zeitschr. f. allg. Physiol. Bd. 3 Heft 4.

86) Rees, Ch. W. (1922): The neuromotor apparatus of Paramaecium. Univ. of Calif. Publ. in Zool. Vol. 20 No. 14.

87) Roskin, Gr. (1915): La structure des myonèmes contractiles de Stentor coeruleus. Tirage à part de „memoires Scientifiques des Chaniavsky Université de Moscou Vol. 1.

88) — (1923): Die Cytologie der Kontraktion der glatten Muskelzellen. (Aus dem Inst. f. exper. Biol. zu Moskau. Dir. Prof. Koltzoff.) Arch. f. Zellforsch. Bd. 17 Heft 3.

89) Roesle, E. (1903): Die Reaktion einiger Infusorien auf einzelne Induktionsschläge. Zeitschr. f. allg. Physiol. Bd. 2.

90) Rouget, Ch. (1861): Sur les phenomènes de polarisation qui s'observent dans quelques tissus végét. et des animaux. Journ. de la physiol. T. 5.

91) Schaeffer, A. A. (1910): Selection of Food in Stentor coeruleus (Ehrbg.). The Journ. of Exper. Zool. Vol. 8.

92) Schaffer, J. (1899): Zur Kenntnis glatter Muskelzellen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 66 Heft 2.

93) Schmidt, W. J. (1924): Die Bausteine des Tierkörpers im polarisierten Lichte. Friedrich Cohen, Bonn.

94) Schmidt, O. (1864): Lehrb. d. vergl. Anat. II. Aufl.

95) — (1864): Supplement der Spongien des Adriatischen Meeres. Leipzig.



96) Schröder, O. (1906): Beiträge zur Kenntnis von Stentor coeruleus Ehrbg. und Stentor roeselii Ehrbg. Arch. f. Protistenk. Bd. 8.
97) Schuberg, A. (1889): Zur Kenntnis des Stentor coeruleus. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog. der Tiere, Bd. 4.
98) — (1905): Über Cilien und Trichocysten einiger Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 6.
99) Simroth, H. (1876): Zur Kenntnis des Bewegungsapparates der Infusionsthiere. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 12.
100) Sharp, R. G. (1914): Diplodinium ecaudatum with an account of its neuromotor apparatus. Univ. of Calif. Publ. in Zool. Vol. 13 Nr. 4.
101) Stein, F. v. (1867): Der Organismus der Infusionsthiere. II. Abt. Leipzig.
102) Sterki (1878): Beiträge zur Morphologie der Oxytrichinen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 31.
103) Stuart, A. (1867): Über die Flimmerbewegung. Inaug.-Diss. Dorpat.
104) Swezy, O. (1916): The kinetonucleus of flagellates and the binuclear theory of Hartmann. Univ. of Calif. Publ. in Zool. Vol. 16.
105) Tangl, E. (1879—81): Über offene Kommunikationen zwischen den Zellen des Endosperms einiger Samen. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 12.
106) Taylor, C. V. (1920): Demonstration of the function of the neuromotor apparatus in Euplotes by the method of microdissection. Univ. of Calif. Publ. in Zool. Vol. 19 No. 13.
107) Thorn, K. (1905): Über den feineren Bau von Didinium. Arch. f. Protistenk. Bd. 5.
108) Verworn, M. (1889): Psychophysiologische Protistenstudien. Jena.
109) — (1890, 1897): Die polare Erregung der Protisten durch den galvanischen Strom. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 46, Bd. 65.
110) Whitman, C. O. (1893): The inadequacy of the cell-theory of development. Journ. of Morphol. Vol. 8.
111) Wilson, C. W. (1916): On the life history of a soil amoeba. Univ. of Calif. Publ. in Zool. Vol. 16.
112) Wintersteín (1914): Handb. d. vergl. Physiol. Bd. 3, 1_1.
113) Wrczessniowski, A. (1877): Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 29.
114) Yocom, H. B. (1918): The neuromotor apparatus of Euplotes patella. Univ. of Calif. Publ. in Zool. Vol. 18 No. 14.

IX. Tafelerklärung.

Sämtliche Abbildungen beziehen sich auf *Stentor coeruleus*. Benutzt wurde ein Zeiss'sches Mikroskop. Einige Figuren wurden mit Hilfe des Abbe'schen Zeichenapparates teils in der Höhe des Objekttisches, teils in der des Arbeitstisches entworfen und ausgeführt.

Zeichenerklärung.

BS = Basalräume.
Ci = Cilien.
CP = Cytopharynx.
CPC = Cytopharynxcilien.
CS = Cytostom.
CSC = Cytostomcilien.
KC = Körpercilien.
Ke = Kern.
M = Myonem.
Mb = Myonembündel.
Mbr = Membranelle.
MZ = Myonemzelt.
N = Neuroid.
OC = Ösophaguscilien.
P = Pinselartige Aufsplitterung des Myonembündels.
PM = Peristomfeldmyoneme.
S = Protoplasmasaum am unteren *Stentor*-Pol.
Sl = Saumlippe.
SN = Napfartige Vertiefung am *Stentor*-Fuß.
TOC = Tiefe Ösophaguscilien.
US = Übergangsstelle des Ösophagus ins Cytoplasma.

Tafel 1.

Fig. 1—4 sind Übersichtsbilder für die Fußregion bei *Stentor coeruleus*.

Fig. 1. Längsschnitt durch einen kontrahierten *Stentor*. Das Myonemzelt mit seiner innerplasmatischen Fortsetzung als Myonembündel und dessen pinselartige Aufsplitterung sind gut zu erkennen. Der Protoplasmasaum in der Umgebung des Myonemzeltes ist in seiner ganzen Ausdehnung sichtbar. Optik: Comp. Oc. 6; Obj. $^{1}/_{12}$ Homog. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 2. Das Bild zeigt im Prinzip dasselbe wie Fig. 1, nur sind hier der in Fig. 1 noch intakte Saugnapf und der Protoplasmasaum angeschnitten. Das Myonemzelt mit dem darunter befindlichen luftleeren Raum und dessen Abgrenzung durch die Saumlippe sind gut zu erkennen. Optik: Comp. Oc. 6; Obj. $^{1}/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 3. Dasselbe wie Fig. 2. Die feine pinselartige Aufsplitterung des Myonembündels ist nicht mehr sichtbar. Optik: Comp. Oc. 6; Obj. $^{1}/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 4. Ergänzt Fig. 3. Optik: Comp. Oc. 6; Obj. $^{1}/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 5. Teilstück eines Querschnittes. Zwei Körperwandmyoneme im Querschnitt mit ihrer Differenzierung in Plasmamark und -hülle. Außerhalb dieser ihr Neuroid. Drei Körperwandcilien sind sichtbar. Optik: Comp. Oc. 4; Obj. $^{1}/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 6. Zeigt dasselbe wie Fig. 5, nur in größerem Ausmaß. Optik: Comp. Oc. 4; Obj. $^{1}/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 7. Der Querschnitt ist weniger ideal als in Fig. 6. Durch die leicht tangentiale Schnittrichtung sind einzelne Myoneme von der Breitseite sichtbar. Die Neuroide kommen in längerer Ausdehnung zu Gesicht. Optik: Comp. Oc. 4; Obj. $^{1}/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 8. Dasselbe wie Fig. 7. Optik: Comp. Oc. 4; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 9. Schnitt durch die Cytostom- und Cytopharynxregion. Der Mund ist fast halbiert und seine cytopharyngeale Fortsetzung durch den Schnitt gestreift. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 10. Schnitt durch die Cytopharynxregion etwas unterhalb des Cytostoms. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 11. Schnitt durch den Ösophagus. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Tafel 2.

Mikrophotogramme mit Leitz'schem mikrophotographischen Apparat hergestellt; ohne Retusche!

Kondensor Leitz 101, Lichtquelle: Liliput-Bogenlampe. Platte: Silber-Eosin-Perux.

Fig. 12. Mikrophotographische Reproduktion eines Myonems mit einem deutlich geschlängelten Neuroid. Der Dickenunterschied beider Gebilde ist gut erkennbar. Optik: $^1/_{12}$ Ölimmers. Apert. 1,32. Periplan. Oc. 8 × bei einer Tubuslänge von 170 mm. Vergr. 1130fach.

Fig. 13 zeigt im Prinzip dasselbe wie Fig. 12. Optik: $^1/_{12}$ Ölimmers. Apert. 1,32. Periplan. Oc. 8 × bei einer Tubuslänge von 170 mm. Vergr. 1130fach.

Fig. 14. Photographische Wiedergabe eines Längsschnittes durch einen kontrahierten *Stentor*. Das Myonemzelt mit seiner innerplasmatischen Fortsetzung als Myonembündel und dessen pinselartige Aufsplitterung sind gut zu erkennen. Optik: $^1/_{16}$ Ölimmers. Apert. 1,32. Periplan. Oc. 5 × bei einer Tubuslänge von 170 mm. Vergr. 760fach.

Fig. 15. Die Aufnahme zeigt im Prinzip dasselbe wie die Photographie 14, nur sind hier der im Bild 14 noch intakte Saugnapf und der Protoplasmasaum angeschnitten. Unter dem Myonemzelt befindet sich ein luftleerer Raum, der durch die Saumlippe abgegrenzt wird. Optik: $^1/_{16}$ Ölimmers. Apert. 1,32. Periplan. Oc. 5 × bei einer Tubuslänge von 170 mm. Vergr. 760fach.

Fig. 16 ergänzt Bild 15. Die feine pinselartige Aufsplitterung des Myonembündels ist nicht mehr sichtbar. Optik: $^1/_{16}$ Ölimmers. Apert. 1,32. Periplan. Oc. 5 × bei einer Tubuslänge von 170 mm. Vergr. 760fach.

Fig. 17. Der Längsschnitt zeigt den Saugnapf mit dem darüberstehenden Myonemzelt und das untere Ende des Myonembündels, dessen Elemente gut unterscheidbar sind. Optik: $^1/_{16}$ Ölimmers. Apert. 1,32. Periplan. Oc. 5 × bei einer Tubuslänge von 170 mm. Vergr. 760fach.

Tafel 3—4.

Lückenlos zusammenhängende Schnittserie des Nahrungsweges bei *Stentor coeruleus*.

Fig. 18. Teilstück des Peristomfeldes. Myoneme und einzelne Basalsäume sind erkennbar. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 19. Ein größeres Teilstück als Fig. 18 mit Cytostomcilien. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 20. Dasselbe wie in Fig. 19. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 21. Dasselbe wie in Fig. 19. Die Cytostomcilien sind durch die Cytopharynxcilien abgelöst worden. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 22. Dasselbe wie in Fig. 21. Cytostom- und Cytopharynxcilien sind nicht mehr sichtbar. Statt ihrer sind hier die Ösophaguscilien zu erkennen. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 23. Dasselbe wie in Fig. 22. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 24. Dasselbe wie in Fig. 23. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 25. Dasselbe wie in Fig. 24. Die Ösophaguscilien beginnen spärlicher zu werden, ihre Abstände voneinander werden größer. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 26. Dasselbe wie Fig. 25. Die Zwischenräume zwischen den Ösophaguscilien haben sich vergrößert, die Cilien sind spärlicher geworden. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 27. Dasselbe wie in Fig. 26. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 28. Der Schnitt zeigt die tiefsten Ösophaguscilien und den allmählichen Übergang des Schlundes in das Cytoplasma. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Fig. 29. Übergangsstelle von Ösophagus in Cytoplasma. Cilien sind nicht mehr vorhanden. Optik: Oc. 3; Obj. $^1/_{12}$ Hom. Immers. Apert. 1,20.

Material zum Studium der Cysten der Hypotrichen.

Von

S. A. Ilowaisky †.

(Hierzu 4 Textfiguren und Tafel 5–6.)

Inhaltsübersicht.

Einleitung.

In meiner Arbeit „Die Morphologie des Prozesses der Cystenbildung“ beschrieb ich[1]) den gegenwärtigen Zustand unserer Kenntnisse über die Cysten der Infusorien und war genötigt zu konstatieren, daß unsere Kenntnisse auf diesem Gebiet, trotz einer ziemlich großen Anzahl von Arbeiten, hauptsächlich älterer Untersucher, nur als recht begrenzte anerkannt werden können.

Es muß angemerkt werden, daß im größten Teile der neueren Arbeiten (Neresheimer, Doflein, Fermor, Faurét-Fremiet, Goodey, Puschkarew) die Aufmerksamkeit der Untersucher der Kern auf

[1]) Tageblatt Zool. Abt. Russ. Gesellschaft der Antrop., Naturwiss. u. Etnographie N. S. Bd. 2 p. 185 1915.

sich lenkt, seine Metamorphosen, die Möglichkeit eines sexualen Prozesses in der Cyste usw. Ganz besonders Interesse haben für uns die Arbeiten von GOODEY[1]). Zur Analyse seiner Angaben kehren wir später zurück beim Darlegen unserer Beobachtungen über die Wirkung einiger Reagentien auf die Hüllen der Cysten von *Stylonychia mytilus.* Soweit ich urteilen kann, erschienen während den allerletzten Jahren keine Arbeiten, welche ausschließlich dem Studium der Cysten der Infusorien gewidmet wären. Wie früher bleibt für uns noch vieles in dem Prozesse der Cystenbildung selbst, in den Arten des Abteilens der Hüllen (ihrer Bildung entsprechend) in der funktionellen Bestimmung der Cysten, in den Kernveränderungen, besonders bei den Schutzcysten, unbegreiflich, nicht aufgeklärt und viele Fragen sind noch gar nicht berührt.

In der oben zitierten Arbeit kam ich zur Überzeugung, daß man die Schutzcysten der Ciliata in zwei Gruppen einteilen kann. Zum Grund dieser Einteilung nahm ich die Art des Abteilens der Hülle (Ectocyste). Ich beeile mich anzugeben, daß dies Schema nur eine praktische Bedeutung hat und nur zum Zweck einer recht groben Klassifikation der Cysten tauglich ist. Es ist selbstverständlich, daß hier die Rede nicht von einer Bildung der Hülle, sondern eher von ihrer Trennung vom Protoplasma ist. Allenfalls scheint es mir nicht zwecklos, auf diesen auffälligen Unterschied im Konstruieren der ersten Hülle[2]) hinzuweisen und auf die daraus folgende Möglichkeit die Mehrzahl von Cysten der Infusorien in zwei Gruppen einzuteilen, wie es von mir auch vorgeschlagen wurde (l. c. p. 185—86—87) — *Holotricha* und *Heterotricha* einerseits, und *Hypotricha* und *Peritricha* andererseits. Ich zweifle nicht, daß dies Schema verändert und ergänzt oder sogar ganz verworfen werden kann, entsprechend dem Zuwachs der Anzahl von genau untersuchten Fällen des Encystierens; gegenwärtig aber halte ich mich doch an dieses Schema, indem ich über ein Beobachtungsmaterial von der Cystenbildung bei mehr als 20 verschiedenen Arten von Infusorien verfüge. Weiterhin haben wir, entsprechend den Literaturangaben[3]) und unseren Beobachtungen angenommen, daß die Schutzcysten zwei Hüllen besitzen — eine äußere (Ectocyste) und eine innere (Entocyste). Die Existenz zweier Hüllen ist in der Tat

[1]) Mit den Arbeiten dieses Autors wurden wir leider erst dann bekannt, als unsere eigenen Beobachtungen schon beendet waren.

[2]) Die zweite Hülle bildet sich, soweit ich urteilen kann, bei allen Infusorien egal.

[3]) Ich beachtete nur die mehr oder weniger genau studierten Cysten der Infusorien.

durchaus charakteristisch für die Schutzcysten. Einigen Autoren (Fabre-Domergue) gelang es manchmal drei und sogar vier Hüllen von demselben Aussehen, wie die zweite [1]) bei Infusorien, die normal zwei Hüllen bilden, zu sehen. Aber diese Beobachtungen müssen als Ausnahmen betrachtet werden und solche Cysten muß man als seltene Ausartungen ansehen. Vor kurzem hat Sokolow [2]) solche Ausartungen bei *Gastrostyla steinii* beschrieben. Leider übersah Sokolow die echte Entocyste in den Cysten von *Gastrostyla*, welche dicht an der ersten Hülle liegt [3]). Seine Zeichnung, welche die „normale Cyste“ von *Gastrostyla steinii* wiedergibt, stellt eigentlich eine nicht ganz vollendete Cyste dar, welche nur die erste Hülle ausgeschieden hat, — eine Cyste, in welcher die Prozesse der morphologischen Umgruppierung einzelner Elemente des Protoplasmas noch im vollen Gange sind, was deutlich aus dem vakuolären und körnigen Aussehen des Protoplasmas sowie auch aus den Umrissen des Kernes folgt. In einer vollkommen fertigen Cyste ist das Plasma feinkörnig und hat einen matten Glanz. Außerdem erklärt Sokolow die Definierungen von Fabre-Domergue nicht ganz richtig. Somit können wir annehmen, daß außer wenigen möglichen Ausnahmen die Schutzcysten der Infusorien normal zwei Hüllen haben. Später

---

[1]) Ich kann meinerseits hinzufügen, daß ich auch solche Cysten beobachtet habe.

[2]) Sokolow, D. F.: Bildung der sekundären Cysten bei *Gastrostyla steinii* Eng. Russ. Zool. Journ. I, Heft 11—12 p. 321 1917.

[3]) Engelmann (Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 2 p. 385 1862), welcher als erster die Cysten der von ihm festgestellten Art *Gastrostyla steinii* beschrieben hat, erwähnt nicht direkt die zwei Hüllen dieser Infusorien, er sagt nur: „die Cysten von *G. steinii* sind denen von *St. mytilus* ähnlich, doch im ausgebildeten Zustande etwas zackiger (Taf. XXXI Fig. 9)“. Wie bekannt, gibt es bei *St. mytilus* eine Ectocyste und auch eine Entocyste (Stein: Der Organismus der Infusionstiere. Taf. VIII Fig. 14. C. Bütschli: Protozoa. Taf. LXXI Fig. 10h und entsprechende Seiten im Text). Goodey in seiner Arbeit „The excystation of *cucullus* from its resting Cysts etc.“ (Proc. of the R. S. London Ser. B LXXXVI 1913) im Kapitel über *Gastrostyla steinii* spricht direkt über Ectocyste und Entocyste dieser Infusorie und vergleicht sie mit denselben bei *C. cucullus*. Meine Beobachtungen erlauben mir ebenso mit voller Überzeugung anzunehmen, daß bei dieser Art zwei Hüllen sind (Ectocyste + Entocyste). Daß einige Autoren bei nicht ganz aufmerksamem Studium nur eine Hülle fanden, erkläre ich mir dadurch, daß die zweite Hülle beim Beobachten unter gewöhnlichen Bedingungen nicht immer gut zu bemerken ist, besonders wenn die Entocyste dicht an der Ectocyste liegt (siehe unten). Ich meine, daß die Zeichnungen verschiedener Autoren, in welchen zwischen dem Plasma und der Außenhülle ein enger heller Streifen ist, für die Anwesenheit einer Entocyste sprechen. Um in diesen Fällen deutlich die Anwesenheit der zweiten Hülle zu konstatieren, nütze ich gewöhnlich die Plasmolyse der Cyste aus, indem ich die Cyste in 0,5 m NaCl eintrage.

werde ich versuchen zu beweisen, daß die Schutzcysten, wenigstens der Hypotricha, eigentlich drei Hüllen haben, und diese meine dritte Hülle[1]), die unter gewöhnlichen Beobachtungsbedingungen unbemerkbar ist, verursacht die Plasmolyse, resp. osmotische Erscheinungen in der Cyste.

I. Cysten der Hypotricha.

Wenn es gegenwärtig noch schwer fällt, für die Cysten der Infusorien ein umfassendes Schema des Baues der Hüllen vorzuschlagen, so kann man augenscheinlich die Cysten der Hypotricha, die mir am meisten bekannt sind und besonders oft als Objekt meiner Beobachtungen dienten, in dieser Hinsicht in zwei Gruppen einteilen, abhängig von der gegenseitigen Lage der äußeren und inneren Hüllen. Die erste Gruppe, für welche Cyste *Stylonichia mytilus* Ehrbg. als Typus dienen kann (Taf. 5 Fig. 1; siehe auch Tab. VIII Fig. 6 in meiner Arbeit im Jahre 1915), hat Hüllen, die voneinander mehr oder minder abstehen. Im Raume zwischen den Hüllen befindet sich Wasser (resp. Flüssigkeit, welche die Cyste umgibt). Die zweite Gruppe hat die Entocyste dicht an die Ectocyste anliegend; als Typus für diese Art Cysten wird uns die Cyste von *Pleurotricha lanceolata* St. (Taf. 6 Fig. 1) dienen. Diese Einteilung hat einstweilen rein praktische Bedeutung[2]) und dringt zum aufmerksameren Studium der Cystenhüllen, sich mit einfacher Beobachtung unter gewöhnlichen Umständen nicht begnügend; die Ungleichheit des chemischen Bestandes der Hüllen und Erscheinungen, die beim Excystieren beobachtet werden, erlauben interessante Entdeckungen in dieser Hinsicht zu erwarten. Textfig. A (S. 96) erläutert die von uns angenommene Einteilung der Cysten in die zwei eben beschriebenen Gruppen.

Die Cysten der ersten Gruppe werden gewöhnlich durch ihre ziemlich dünne Ectocyste[3]) (gewöhnlich fältig) charakterisiert; diese Fältigkeit hängt von der Verdichtung der Hülle und Verminderung des Diameters der Cyste in späten Stadien des Encystierens ab. Die echte Skulptur der Cyste charakterisiert eher die Cysten

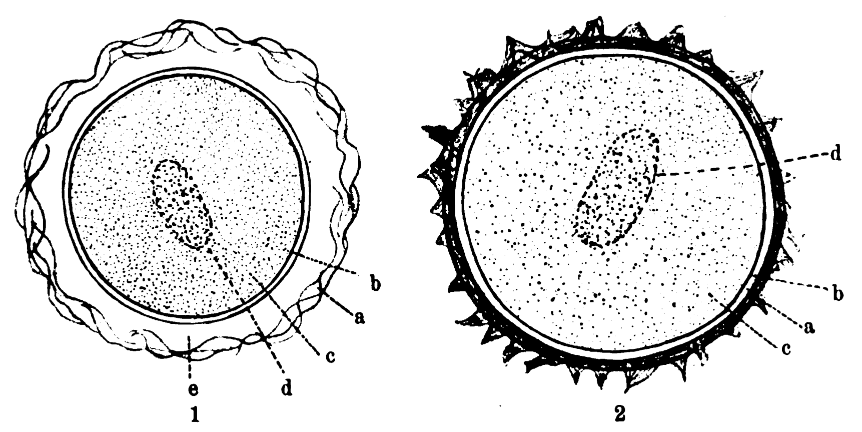
[1]) Diese Hülle darf man keineswegs mit der dritten Hülle bei Fabre-Domergue verwechseln, welche dieser Forscher bei einigen Infusorien auswärts der Ectocyste beobachtete; meine Hülle ist dagegen die innerste.

[2]) Ich habe noch nicht genügendes Material, um über den Unterschied im Mechanismus der Absonderung der Hüllen urteilen zu können.

[3]) Ihre scheinbare Dicke z. B. in Cysten *St. mytilus* hängt vom unwillkürlichen Summieren der Vertiefungen und Wölbungen der Hülle ab.



der zweiten aus der von uns angenommenen Gruppe. Im letzteren Falle bestehen die Dornen und überhaupt die ganze Ectocyste aus Schichten, welche, soweit ich urteilen kann, allmählich von der Oberfläche des sich zusammengezogenen Protoplasmas der Infusorien sich ablösen und auf diese Weise die äußere Hülle bis zu ihrer normalen Dicke komplettieren, manchmal im Gegensatz zum ersten Typus recht bedeutend [1]).



Textfig. A. Arten der Cysten.

1. Cyste der ersten Gruppe. 2. Cyste der zweiten Gruppe.
a Ectocyste, b Entocyste, c Plasma, d Kern, e Raum zwischen äußerer und innerer Hülle in den Cysten der ersten Gruppe, welcher mit Flüssigkeit angefüllt ist, die diese Cyste umgibt.

Die zweite Hülle (Entocyste) erscheint als ziemlich dicke strukturlose Umrandung; im Gegensatz zu der ersten Hülle, welche ziemlich oft eine gelbliche oder sogar braune Schattierung besitzt, ist die Entocyste nur in seltenen Fällen gefärbt. Die äußere Hülle bildet sich, bevor sie sich von dem Protoplasma loslöst, aus feinsten Tropfen eines Stoffes, welcher vom Protoplasm ausgeschieden wird. Diese Tropfen verfließen und bilden eine dünne Membran, welche in Form der äußeren Hülle sich abtrennt. Die Bildung der Entocyste zu verfolgen ist bedeutend schwerer; es scheint mir, daß die Weise ihrer Bildung sich von der Bildung der Ectocyste nicht unterscheide. Die Details des Abtrennens der Hüllen und die Prozesse, welche zu dieser Zeit sich im Plasma vollziehen, wurden von mir in der Arbeit im Jahre 1915 beschrieben.

---

[1]) Es gibt jedoch auch Cysten in der ersten Gruppe mit dieser Ectocyste.

Das Durchmustern einer ziemlich großen Anzahl von farbigen Cysten (gelblichen und bräunlichen) überzeugt mich, daß nur die äußere Hülle gefärbt ist[1]), das Protoplasma aber entweder völlig farblos, oder kaum grau oder gelblich ist, feinkörnig und bei schräger Beleuchtung einen matten Glanz hat. Die Möglichkeit, ganz genau beide Hüllen zu beobachten, mindert sich mit dem Alter der Cyste in einigen Fällen, besonders in Cysten der zweiten Gruppe; gewöhnlich bräunt sich die äußere Hülle und wird runzlig, die Cyste wird weniger durchsichtig. Später können die ganz fertigen Cysten außerordentlich lange in der Flüssigkeit, in welcher sie sich gebildet haben, verweilen ohne merkliche Veränderungen, ausgenommen einiger Aufhellung und größerer Homogenisation des Plasmas. Indem man die Cysten von *St. mytilus*, *Pl. lanceolata*, *St. pustulata*, *Oxytr. pellionnella* u. a. tagaus tagein beobachtet, gelingt es nur anzumerken, daß bis zu einem gewissen Zeitpunkt das Plasma scheinbar heller wird, darauf aber stellt sich augenscheinlich der Zustand des Gleichgewichts ein — dann gelingt es nicht morphologische Veränderungen im Plasma zu bemerken[2]). Läßt man Cysten auf eine lange Zeit in der Flüssigkeit, in welcher sie entstanden sind, liegen, so kann man beobachten, daß eine ziemlich große Anzahl von Cysten umkommt.

Oft begegnet man Cysten mit verdunkeltem Plasma, grobkörnigen, mit einem Wort in allen Stadien des Zerfalls — bis zum vollen Schwinden des Protoplasmas in den Hüllen. Diese leeren Cysten (Ecto- und Entocyste) widerstehen lange dem Zerfallen und man kann bemerken, daß die Entocyste eher als die Ectocyste verschwindet. Verschiedene Prozesse, welche in den Schutzcysten von mehreren Autoren beschrieben wurden, wie: Fragmentation des Protoplasmas, Bildung der angegebenen Art unähnlicher Embryonen, komplizierte Entwicklung mit amöboiden und Geißelstadien usw., muß man entweder als degenerative Veränderungen beim Absterben der Cysten und Ausartungen ansehen, oder als Entwicklung verschiedener Parasiten in den Cysten, aus deren Leben einzelne Perioden für Veränderungen in dem Protoplasma der Cysten selbst gehalten wurden. Es scheint mir, daß die Sporocysten von Rhumbler dieser Art Erscheinungen angereiht werden müssen.

---

[1]) In seltenen Fällen, wie z. B. bei *Pseudocolpoda cochlearis*, ist die Entocyste dunkelbraun.

[2]) Die kontraktile Vakuole pulsiert ziemlich lange und zwar nach sehr langen und unregelmäßigen Pausen; nach Verlauf von 2—3 Wochen nach der Bildung der Cysten gelingt es schon nicht mehr, ihre Tätigkeit zu beobachten.

Die Schutzcysten, einmal gebildet, bleiben unverändert bis zum Moment, wenn die günstig veränderten äußeren Bedingungen es gestatten, den Prozeß des Excystierens anzutreten.

Eine günstige, ich würde sogar sagen eine unentbehrliche Bedingung einer längeren Erhaltung der Cysten und des Excystierens ist das Antrocknen. Dieser Umstand wurde schon von mehreren Untersuchern bemerkt; meine Beobachtungen gestatten es mir, mich dieser Ansicht völlig anzuschließen und außerdem noch hinzuzufügen, daß hypertonische Salzlösungen augenscheinlich auf das Öffnen der Cysten ebenso wirken wie das Antrocknen. Es muß erwähnt werden, daß man die Cysten mitsamt dem Schlamm, den Resten von faulenden Gewächsen usw. mit einem Wort zusammen mit alldem, was in einer Kultur vorhanden ist, antrocknen muß, d. h. gerade so wie es auch unter natürlichen Umständen vor sich geht.

Wenn man aber einzelne Cysten, wie ich es auch mehrere Male geübt habe, gut wäscht und dann auf das Objektglas legt und austrocknet, anfangs bei Zimmertemperatur, dann aber einige Tage sie im Termostat bei 25—30° C [1]) aufbewahrt, so erweist es sich beim weiteren Aufweichen, daß ziemlich viele Cysten solch ein gründliches Austrocknen nicht aushalten und umkommen. Augenscheinlich hält das Plasma der Cysten beim natürlichen Austrocknen eine Menge Wasser [2]) zurück, welcher sie zum Leben bedarf. Leider wissen wir trotz der mehrmals angestellten Experimente bis jetzt noch nicht genau, ob in der Cyste Stoffwechselprozesse sich vollziehen oder nicht. Besonders interessant in dieser Hinsicht ist es, Angaben über die ausgetrockneten Cysten zu erhalten. Einige von den alten Autoren verneinten scheinbar diese Möglichkeit, andere äußerten sich dafür — allenfalls kann man an eine außerordentliche Trägheit der Stoffwechselprozesse, möglich sogar an derer praktische Unerfaßbarkeit oder sogar an derer völlige Einstellung denken. Einmal ausgetrocknete Cysten bewahren jahrelang die Fähigkeit beim Aufweichen aktive Formen zu geben.

Das Excystieren nach dem Antrocknen hervorzurufen gelingt nach meinen Beobachtungen ziemlich leicht. Für die meisten Cysten

---

[1]) Die Experimente wurden mit Cysten von *St. mytilus* veranstaltet.

[2]) Das Plasma der Cyste gibt Wasser ab, bis zu einer gewissen Grenze, was man wie beim Antrocknen, so auch bei der Wirkung der hypertonischen Lösungen beobachten kann. Sogar beim Eintragen der Cysten in stark konzentrierte Lösung, z. B. 5 m NaCl oder 30 Proz. Glycerin, gelingt es jedoch kein größeres Zusammenziehen hervorzurufen, als bis zur Hälfte des Ausgangsdiameter des Plasmakörpers.



genügt es frisches Teichwasser oder Wasser aus einem anderen Aquarium (nicht aus dem, in welchem die Cysten sich gebildet haben) hinzuzugießen, um ohne Mühe die aktiven Formen zu erhalten; aber man muß nicht vergessen, daß das Alter der Cyste und die Dauer des Antrocknens die Zeit verlängern, welche die Cyste zum Eröffnen nach ihrer Aufweichung bedürfen. Statt des Antrocknens kann man hypertonische Lösungen benutzen. Ich wende gewöhnlich 0,3—0,5 m NaCl während 5—10 und mehr Stunden an. Nach den Angaben GOODEY's vollzieht sich das Excystieren von *Colpoda cucullus* ganz unbehindert in Leitungswasser, in Heuaufguß, in Mistaufguß und sogar in destilliertem Wasser. Die Technik von GOODEY — das Aufbewahren der Cysten auf Filtrierpapier — schließt die Möglichkeit des Antrocknens nicht aus, jedoch meint der Autor, daß die Fähigkeit zum Excystieren nach mehrwöchentlichem Trocknen rasch und bedeutend sich vermindere. Es muß darauf hingewiesen werden, daß die Temperatur einen großen Einfluß auf die Geschwindigkeit des Öffnens der Cysten ausübt. Für *Colp. cucullus* gibt GOODEY mit einigen Einschränkungen das Optimum ungefähr bis 30° C, für die Cysten von *St. mytilus* liegt laut meinen Angaben das Optimum etwas niedriger — ungefähr bei 28° C. Laugen und Säuren üben auf das Excystieren einen bestimmten Einfluß aus. GOODEY meint, daß die Grenzkonzentrationen (welche das Excystieren unterdrücken) 0,18 Proz. NaOH und 0,09 Proz. HCl sind. Unter diesen Konzentrationen vollzieht sich das Excystieren und geht rasch und unbehindert nach unten von 0,15 Proz. NaOH und 0,08 Proz. HCl (die Reagentien wurden in 1 proz. Mistaufguß gelöst). Die Reaktion des Milieu spielt eine große Rolle wie für das Encystieren, so auch für das Excystieren. Meine Beobachtungen zeigten, daß die Konzentration der OH-Ionen in Kulturen, wo Schutzcysten sich bilden, höher sei, als in Kulturen, wo nur bewegliche Formen vorhanden sind. Der Mechanismus des Excystierens selbst ist noch nicht genügend aufgeklärt.

BÜTSCHLI (Protozoa Abt. III p. 1664) sagt, daß über die Art der Reorganisation des Inhaltes der Cyste in diesem Moment recht weniges bekannt sei. Jedoch ist es zweifellos, daß das Wasser ins Plasma eindringt, infolgedessen dies letztere quillt. Gleichzeitig erneuert sich die Tätigkeit der kontraktilen Vakuole. Die Wimperchen reorganisieren sich, das Plasma gewinnt sein gewöhnliches vakuoläres Ansehen. Aus den Beobachtungen einer Reihe von Autoren (STEIN, COHN, CIENKOWSKI, BALBIANI u. a.) kann man den Schluß ziehen, daß die Ectocyste schließlich reißt und durch

die entstandene Öffnung kommt das solcherweise freie Infusor heraus. Es ist nicht vonnöten zu vermuten, daß die Hülle dazu eine präformierte Öffnung besitze, — sie zerreißt oder, was weniger wahrscheinlich ist, löst sich an irgendeiner Stelle auf, durch welche das Befreien des Infusors sich vollzieht. Mir gelang es, ziemlich eingehend den Prozeß des Excystierens bei *St. mytilus* Ehrbg., *Styl. pustulata* Ehrbg., *Pleutr. lanceolata* St., *Colpoda cucullus* O. F. M., *Pseudocolpoda cochlearis* Ilov. zu verfolgen.

In allen diesen Fällen ergibt sich der Prozeß in den Hauptzügen als Lösung der Entocyste und aktives Zerreißen der Ectocyste, was auch Goodey beobachtet hat. Er beschreibt diesen interessanten Prozeß bei *Colp. cucullus* folgenderweise:

„Bei aufmerksamer Beobachtung der Bewegungen von *Colpoda*, im Innern ihrer durchsichtigen Entocyste sieht man, daß der Organismus sich frei bewegt und daß die Entocyste sich allmählich im Diameter vergrößert; ihre Wand wird allmählich dünner und endlich wird sie unmerklich und mit der Zeit schwimmt *Colpoda* außer derselben; bei 30° C dauert der ganze Prozeß 5—10 Min. Man gewinnt den Eindruck als wenn die Entocyste sich allmählich löste oder verdaut wurde.“

Um das Wesen der von ihm beobachteten Erscheinungen aufzuklären, wirkte Goodey auf die Cysten 1. mit Xylol, Toluol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff oder 2. mit Dämpfen von Osmiumsäure und Formalin ein. Im ersten Falle starb das Plasma im Laufe von 30 Sekunden ab, die Entocyste aber nahm noch immer im Diameter zu, ihre Wände wurden dünner und schließlich löst sie sich vollkommen auf (zuweilen in 10—15 Min.). Im zweiten Falle töteten die Dämpfe der Osmiumsäure oder des Formalins die *Colpoda* in einigen Sekunden, und man konnte bemerken, daß die Entocyste anzuschwellen aufhörte, ihre Wand verdünnte sich nicht und sogar nach 24 Stunden waren keine Veränderungen zu bemerken. Daraus schloß Goodey:

„Dieser interessante Unterschied in der Wirkung von flüchtigen Antiseptika und der Wirkung von Dämpfen der Osmiumsäure und des Formalins zeigt, daß der Prozeß des Excystierens in der Norm durch Ausscheidung eines lösenden oder verdauenden Fermentes bedingt wird. Die Antiseptika Toluol, Chloroform u. a. töten den Organismus, nicht aber das Enzym, welches er ausscheidet und somit setzt der Prozeß der Verdauung der Entocyste fort. Andererseits töten Formalin und Dämpfe der Osmiumsäure nicht nur den Organis-

mus selbst, sondern auch das von ihm ausgeschiedene Enzym, darum hört die Verdauung der Entocyste auf."

Die Verzögerung der Verdauung erklärt der Autor im ersten Falle durch das Fehlen der mechanischen Einwirkung, welche von der kreisenden Infusorie auf die Seitenwand der Entocyste ausgeübt wird und zweifellos ihre raschere Zerstörung befördert. Wir übergehen zunächst die sehr interessanten Experimente von GOODEY, welche er anstellte, um das Wesen der Entocyste aufzuklären, und erwähnen nur, daß ähnliche Beziehungen von ihm auch für die Cysten von *Gastrostyla steinii* festgestellt wurden, und werden dann zur Darlegung unserer Angaben übergehen. Da das Material eintönig ist, begrenzen wir uns mit der Anführung nur eines Protokolles der Beobachtungen des Excystierens bei *St. mytilus.*

Eine Anzahl von Cysten dieses Infusors, welche sich im Herbste 1914 gebildet haben, wurde im April 1915 in zwei Partien eingeteilt; eine Partie wurde dem Antrocknen unterworfen, die andere aber in 0,25 m NaCl gelegt. Die erste Partie wurde sechs Tage nach dem Antrocknen aufgeweicht und gab aktive Formen. Die zweite Partie verweilte bei einer deutlichen Plasmolyse vom 4. bis zum 24. April in der angegebenen Salzlösung. Am 24. April abends wurden die Cysten gründlich vom Salz reingewaschen und in frisches Wasser aus dem Weißen See übertragen. Am 25. April begannen die kontraktilen Vakuolen in den Cysten zu arbeiten. 26. April — dasselbe. 27. April — die meisten Cysten in verschiedenen Stadien des Excystierens.

Der Prozeß wurde von seinem Anfange an verfolgt, er stellt sich in folgender Weise dar. Als erstes Zeichen erscheint die Veränderung der Struktur des Plasmas, die Körnigkeit wird etwas grober, es entstehen Vakuolen, bald beginnt die kontraktile Vakuole zu arbeiten. Nach einiger Zeit beginnt das Infusor sich zu drehen, wie früher dicht an der Entocyste liegend. Während dieser Drehung verdünnt sich die Entocyste allmählich und zum Schluß löst sie sich gänzlich auf. Das Infusor, sich rasch im Umfange vergrößernd [1]), dreht sich in zerknüllter und zusammengerollter Form im Innern der Ectocyste; allmählich richtet sie sich her und mit den Enden ihres Körpers gegen zwei Punkte der Ectocyste gestemmt, zieht sie die letztere auseinander und, schnell kreisend, reißt sie sie endlich durch. Es bildet sich keine spezielle Öffnung zum Heraustreten,

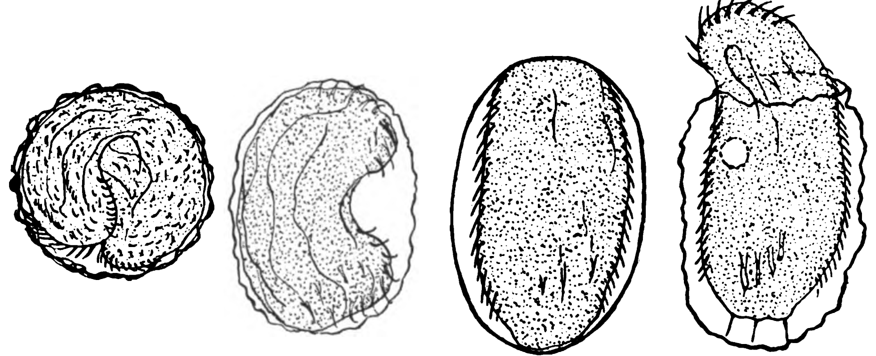
[1]) Sie bindet, zweifellos, energisch das Wasser und nach dem Vernichten der resistenten Entocyste wird sie breiter.



die Außenhülle kann an jeder beliebigen Stelle platzen. Bei anderen Infusorien geht der Prozeß fast ebenso und trifft mit den Angaben Goodey überein; nur ist das Aufblähen der Entocyste nicht so bedeutend, wie Goodey es für *Colpoda cucullus* schildert.

Textfig. B. stellt schematisch den Durchriß der Ectocyste beim Excystieren von *St. mytilus* dar.

Höchst interessant erscheint die Rekonstruktion der Wimperbedeckung. Nach dem Auflösen der Entocyste, vielleicht auch früher, was aber schwer zu sehen ist, kann man deutlich bemerken, daß das Infusor von einer großen Anzahl ziemlich langer und dünner Wimperchen bedeckt ist; diese Wimperchen sind fast über den ganzen Körper verbreitet, also von ihrer charakteristischen Gruppierung bei der freien *St. mytilus* (entsp. bei Hypotricha) bedeutend



Textfig. B. *Stylonychia mytilus.* Excystieren.

abweichend. Dann, soweit man bei der Beobachtung eines rasch kreisenden Objektes urteilen kann und auch beim künstlichen Zerreißen der Hülle, wodurch das Infusor vorzeitig befreit wird, klebt sich ein Teil der Wimperchen zusammen, typische Cirri bildend, der andere Teil aber verschwindet augenscheinlich. Die aus der Cyste hervorkommende *Stylonychia* hat kleinere Dimensionen, ist zerknüllt und durchsichtig, trägt aber die typische Wimperbedeckung. Unwillkürlich möchte man das anfängliche ziemlich gleichmäßige Wimperkleid mit der Lage der Wimperchen bei den Holotricha vergleichen, doch enthalte ich mich in diesem Falle phylogenetischer Verallgemeinerungen. Möglich, daß einige Untersucher zum Teil die beschriebene Erscheinung schon beobachtet haben, aber sie falsch als Heteromorphose deuteten. Andere fügten hierzu ganz falsche Beobachtungen. So z. B. hielten J. Haime, Cienkowski u. a. die von ihnen in Cysten von *Oxytricha gibba* Ehrbg.

und *St. pustulata* vorgefundene „*Trichoda lynceus*“, welche nichts anderes als eine in die hohle Ectocyste der genannten Infusorien geratene *Aspidisca* ist, für eine Embryoform der *Stylonychia* und *Oxytricha*. Es wäre höchst interessant die Rekonstruktion der Wimperbedeckung der Hypotricha cytologisch zu studieren, unbeachtet der Möglichkeit wahrheitsähnlicher Spekulationen in bezug auf die Phylogenie der Ciliata. Wir wollen noch erwähnen, daß zuweilen das Infusor vor dem Heraustreten aus der Cyste sich noch einmal teilt; in diesen Fällen kann man zwei und manchmal auch eine größere Anzahl rasch nebeneinander kreisender Stylonichien beobachten. Ähnliche Cysten, wenn man ihre Bildung nicht von Anfang an verfolgt, könnte man für Cysten der Teilung annehmen, besonders da nur eine Hülle (in diesem Falle die Ectocyste) anwesend ist, was, wie es bekannt ist, für die Cysten der Teilung überhaupt charakteristisch ist.

II. Die chemische Beschaffenheit der Hüllen.

Der Unterschied in dem Benehmen der Ectocyste und der Entocyste beim Excystieren weist gewissermaßen darauf hin, daß die chemische Beschaffenheit der Hüllen nicht ein und dieselbe sei, worauf wir in der diesbezüglichen spärlichen Literatur entsprechende Hinweise vorfinden. Im allgemeinen können wir sagen, daß (ausgenommen die Arbeit von Goodey, dessen Angaben der Prüfung bedürfen) die Meinung der Forscher sich dahin neigte, die Hüllen auf Grund ziemlich primitiver Methoden der Untersuchung entweder als aus Chitin und chitinähnlichen Stoff bestehend zu halten oder aus Cellulose: reiner oder vereint mit irgendeinem anderen Stoff (Stein). Diese Schlüsse gründeten sich hauptsächlich auf ihre Löslichkeit oder Unlöslichkeit in KOH und auf ihre Färbungs- oder Unfärbungsfähigkeit in einer Mischung von $H_2SO_4 + J$.

Mir scheint es, daß diese Angaben, die gewöhnlich als einander widersprechende angeführt werden, wie auch die bedeutende morphologische Verschiedenartigkeit der Cystenhüllen erlauben zu denken, daß wir wahrscheinlich sogar bei Infusorien keine einheitliche chemische Beschaffenheit der Hüllen vorfinden werden, wie im Sinne der tatsächlichen Identität der Stoffe, aus welchen die Hüllen gebaut werden, so auch in betreff ihrer Verteilung. Es ist möglich, daß die Funktionen der Hüllen in Zusammenhang damit sich verändern können. Für die Cysten von *Colp. cucullus* führt Goodey folgende Angaben an.

„H_2O kalt und bei 95—100° C löst weder Ecto- noch Entocysten. H_2SO_4 starke (?) übt keinen Einfluß auf die Hüllen aus. In starker (?) HCl ohne Erwärmen quillt die Ectocyste ein wenig auf, die Entocyste löst sich nicht; beim allmählichen Erwärmen der Cysten in 2 Proz. HCl bis 97° C und einem Verweilen bei dieser Temperatur während einer halben Stunde verschwindet die Entocyste, indem die Ectocyste etwas angequollen bleibt. NaOH 1 Proz., 2 Proz. und 4 Proz. lösen in der Kälte weder die Ecto- noch die Entocysten auf. Bei 30° C bleiben 1 Proz. und 2 Proz. NaOH ohne Wirkung auf die Innenhülle, inzwischen 4 Proz. NaOH sie bei dieser Temperatur löst. 20 Proz. NaOH löst augenscheinlich die Ectocyste auf. Alkohol 95 Proz., Toluol, Chloroform und 40 Proz. Formalin lösen nicht die Hüllen [1]). Die Reaktionen auf Proteine, Stärke und Cellulose sind negativ. Von Farben werden die Hüllen nur durch Eisenhämatoxylin nach Heidenhain und durch Hämatoxylin von Delafield gefärbt."

Auf Grund seiner Beobachtungen kam Goodey zum Schluß, daß die Entocyste durch ein besonderes Enzym aufgelöst wird, welches vom Protoplasma während des Excystierens ausgeschieden wird.

Experimente über die Wirkung der Fermente auf die Hüllen gaben folgende Resultate: Pepsin und Tripsin wirken nicht auf die Hüllen. Diastase löst die Entocyste wie bei 40° C (in 24 Stunden) so auch in der Kälte [2]). Ptialin gab keine vollkommen sicheren Resultate.

Auf Grund dieser Angaben, sowie der Reaktionen der aufgelösten Entocysten zieht Goodey den Schluß, daß die Entocyste aus einem Kohlenhydrate besteht (a true carbohydrate). Die Entocyste von *Gastrostyla steinii* gleicht der Entocyste von *Colp. cucullus.* Die Grundfolgerung der Arbeit Goodey's besteht darin, daß die Ectocyste dieses Infusors augenscheinlich der Außenhülle von *Euglena viridis* nahe stehe, welche aus „a nitrogen-free carbohydrate-compound" besteht. Die Entocyste ist ihrem Bestand nach dem Glykogen, Paraglykogen und Paramylum verwandt, unterscheidet sich jedoch von ihnen durch ganz bestimmte Reaktionen; Goodey schlägt vor, diesen Stoff „Cystose" und dem entsprechend das Ferment, welches von dem Protoplasma ausgeschieden wird, „Cystase"

[1]) Beim Darlegen seiner Angaben führt Goodey nur die Schlußresultate seiner Beobachtungen an.

[2]) An dieser Stelle des Textes bemerkt man im Vergleich zu den Folgerungen einigen Widerspruch.

zu benennen. Leider hatte ich aus oben erwähnten Gründen keine Möglichkeit, diese hochinteressanten Angaben durchzuprüfen.

Gegenwärtig bin ich gezwungen, meine anfänglichen Beobachtungen an den Hüllen von Cysten von *St. mytilus* (S. 196 l. c.) zu verbessern, da ich damals nicht genügend die Zeitdauer und die T⁰ in Augenschein genommen habe, bei welcher ich auf die Hüllen die oder jene Reagentien einwirken ließ. Außer *St. mytilus* besitze ich noch einiges Material mit Cysten von *Pleutr. lanceolata* und *Bursaria truncatella*. Das Resultat der Einwirkung von NaOH auf die Cysten von *St. mytilus* ist auf den hinzugefügten Tabellen I und II zusammengefaßt.

Tabelle I.

(Serie III; NaOH; t = 18⁰ C.)

NaOH	Hülle	Zeit (in Stunden) 1	24	48	72	96
1%	Ectocyste	nicht aufgelöst	nicht	nicht	nicht	
	Entocyste	„	„	„	„	
2%	Ectocyste	„	„	stark angequollen	„	
	Entocyste	„	„	„	„	
4%	Ectocyste	„	stark angequollen	aufgeklärt, wenig klar deutlich	zernagt	
	Entocyste	nach 2 Stunden stark angequollen	„	Dicke erreicht 5 μ	vollkommen aufgelöst	
8%	Ectocyste	nicht aufgelöst	deutlich	zernagt aber deutlich	„	
	Entocyste	nach 2 Stunden angequollen	bei einer Anzahl von Cysten aufgelöst	vollkommen	„	
15%	Ectocyste	doppelkonturig, dünn	deutlich	„	„	
	Entocyste	angequollen	aufgelöst	„	„	
30%	Ectocyste	doppelkonturig, dünn	deutlich	„	„	
	Entocyste	angequollen	aufgelöst	„	„	

Tabelle II.
(Serie III; NaOH; t = 40° C.)

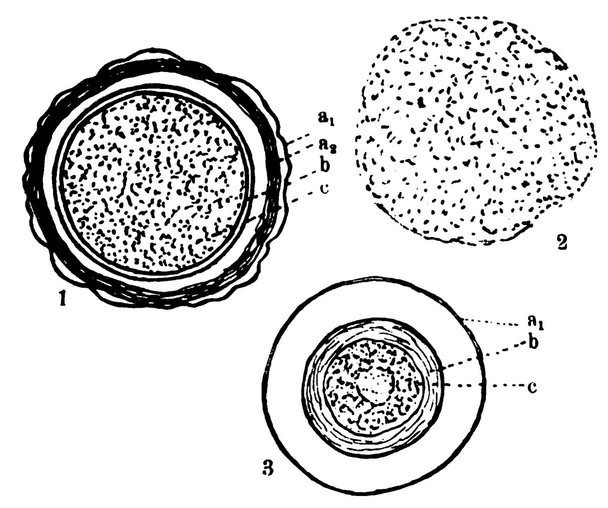
NaOH	Hülle	Zeit (in Stunden) 1–24	24–48	48–72	72–96
1%	Ectocyste	stark angequollen	aufgelöst	aufgeklärt	ganz aufgelöst
	Entocyste	angequollen	"	"	"
2%	Ectocyste	stark zernagt	fast aufgelöst	(Kügelchen mit Körnchen).	"
	Entocyste	angequollen	aufgelöst	"	"
4%	Ectocyste	stark zernagt	fast aufgelöst	"	(Kügelchen mit Körnchen)
	Entocyste	angequollen	aufgelöst	"	"
8%	Ectocyste	stark zernagt	fast aufgelöst	"	(Kügelchen mit Körnchen)
	Entocyste	angequollen (2 Stunden)	aufgelöst	"	"
15%	Ectocyste	zernagt, aber deutlich (1 Schicht)	dasselbe	dasselbe	dasselbe
	Entocyste	nach 2 Stunden aufgelöst	"	"	"
30%	Ectocyste	(1 Schicht) zernagt aber deutlich	"	"	"
	Entocyste	aufgelöst (2 Stunden)	"	"	"

Aus diesen Tabellen ist zu ersehen, daß bei t° = 40° C die Ectocyste sich fast völlig in verhältnismäßig schwachen Lösungen NaOH (2—8 Proz.) auflöst. Ich muß sagen, daß die statt Cysten entstandenen körnigen Kügelchen doch nicht verfließen, was möglicherweise auf Reste, fast unmerkliche, der Ectocyste hinweist, das aber kann keineswegs hindern anzunehmen, daß die Ectocyste tatsächlich aufgelöst sei. Die Innenhülle löst sich, von 4 proz. NaOH anfangend, völlig im Laufe von 96 Stunden schon bei Zimmertemperatur, und im 2 proz. bei 40° — im Laufe von 48 Stunden. Die Besonderheiten der Auflösung und Veränderung der Hüllen verdienen, daß man etwas ausführlicher ihre allmählichen Veränderungen beim Auflösen darstellt.

S e r i e III, Nr. 11. NaOH 1 Proz., t = 40° C.

42 Cysten von *Stylonichia mytilus* wurden in die angegebene Lösung bei 18° C gelegt und nachher in den Termostat (40° C) um 1 Uhr 20 Min. den 1. Februar 1916 übergetragen.

6 Uhr 32 Min. Die Ectocyste und Entocyste sind stark gequollen, besonders die Ectocyste. Die Cysten haben das Aussehen wie Textfig. C 1. Die Ectocyste ist in zwei Schichten zerfallen, eine sehr dünne — die äußere — und eine dickere, deutlich faserige (als Folge des Aufquellens) — die innere. Diese Schicht, wie wir es weiter sehen werden, löst sich unter der Wirkung stärkerer Lösungen



Textfig. C. *Stylonichia mytilus.*
1—3 das Zerfallen der Ectocyste in zwei Schichten.
a_1 äußere, a_2 innere Schicht der Ectocyste, b Entocyste, c Plasma.

rasch auf, infolgedessen wir bei der Auflösung der Entocyste und Plasma feinkörnige Kügelchen mit einem sehr dünnen zernagten Umrand erhalten.

Somit muß man annehmen, daß die Ectocyste von *St. mytilus* aus zwei Schichten besteht: der äußeren standhafteren (die erste Schicht der Ectocyste) und der inneren (die zweite Schicht der Ectocyste) weniger resistenten. Diese Teilung in zwei Schichten wird auch beim aufmerksamen Studieren der Schnitte durch die Cyste, welche mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain gefärbt sind, bestätigt. Auf solchen Präparaten sind deutlich die sich dunkelfärbende äußere und die hellere innere Schicht zu sehen (siehe Taf. 6).

Serie III Nr. 13. NaOH 2 Proz., t = 40° C.

Ungefähr 20 Cysten von *St. mytilus* wurden den 2. Februar 1916 2 Uhr nachmittags in 2proz. NaOH gelegt. Im Laufe der nächsten 10 Stunden konnte man ein Quellen der Ectocyste wie auch der Entocyste bemerken. Nachher begann die zweite innere Schicht der Ectocyste allmählich sich aufzulösen, und gegen 24 Stundenwar die Ectocyste stark zernagt. Im Laufe der nächsten 24 Stunden (48 Stunden vom Anfang des Experimentes) wurde die Entocyste völlig aufgelöst, die zweite Schicht der Ectocyste löste sich ebenso auf [1]). Von der ersten Schicht blieb ein feiner zernagter Streifen zurück, solchermaßen undeutlich, daß er sogar nicht in allen Fällen bemerkbar ist. Die Cyste hat in diesem Moment das Ansehen wie Textfig. C2 (S. 107).

Somit kann man annehmen, daß 2proz. NaOH bei 40° C die beiden Hüllen löst. Die Wirkung der 4proz. und 8proz. NaOH unterscheidet sich nur durch die Schnelligkeit der Einwirkung auf die Hüllen, wobei die äußere Schicht der Ectocyste in diesen Lösungen langsamer sich löst als in 2proz.

Serie III Nr. 27 und 28. NaOH 15 Proz.

t = 18° C.

2. Febr. 1916. 2 Uhr 40 Min. Ungefähr 30 Cysten von *St. mytilus* sind in 15proz. NaOH gelegt. 3. Februar 9 Uhr 25 Min. morgens. Bei allen Cysten ist die Entocyste stark angequollen, ihre Dicke erreicht 6 μ; deutlich geschichtet; die zweite Schicht der Ectocyste ist schon nicht bemerkbar, die erste Schicht ist deutlich doppelkonturig (siehe Textfig. C3).

Es ist notwendig zu bemerken, daß die schwächeren Lösungen, z. B. 4—8proz., schneller die Entocyste lösen als die stärkeren. 4. Februar. Die Entocyste ist ganz aufgelöst, die Ectocyste ist deutlich zu sehen. 10. Februar ebenso. Somit hat sich die äußere Schicht der Ectocyste nicht aufgelöst.

t = 35° C.

2. Febr. 1916. 2 Uhr 55 Min. 24 Cysten von *St. mitilus* sind in 15proz. NaOH gelegt. 3 Uhr 5 Min. Die Entocyste ist angequollen, die zweite Schicht der Entocyste ist nicht zu bemerken. 3 Uhr 30 Min. Fast bei allen Cysten ist die zweite Schicht der Ectocyste merklich gequollen. 4 Uhr 7 Min. Die Entocyste ist bei vielen Cysten fast aufgelöst. Die zweite Schicht der Ectocyste ist ganz aufgelöst. 3. Februar. Die Entocyste ist bei allen Cysten abwesend; die erste Schicht der Ectocyste ist beträchtlich zernagt, aber deutlich. 10. Februar ebenso.

Somit muß man annehmen, daß die äußere Schicht der Ectocyste sich erhalten hat.

[1]) Wenn man die Cysten in verschiedenen Stadien des Lösens der zweiten

30 proz. NaOH wirkt fast ebenso. Ich beobachtete bei *St. pustulata* und *Pleutr. lanceolata* eine ähnliche Erscheinung; im letzten Falle sondert sich die zweite Schicht (resp. die erste) bei der Auflösung nicht ab. Die Ectocyste von *Bursaria truncatella* ist bedeutend resistenter.

2. Februar 1916. 27 Cysten von dieser Infusorie wurden in 30 proz. NaOH bei t = 46° C gelegt. Nach 20 Min. klärte sich das Plasma bedeutend, Ecto- und Entocysten sind ohne Veränderung. Am 3. Februar ist das Plasma fast unmerkbar, die Entocyste und die Anhängsel sind gar nicht aufgelöst, der Propfen ist nicht gelöst, nur sein äußerer Kontur wurde undeutlich. Am 4. und 5. Februar dasselbe. Die äußere Hülle und der Propfen blieben in diesem Falle fast unberührt.

Die Wirkung NaOH auf die Hüllen der Cysten von *St. mytilus*, *St. pustulata* und *Pleutr. lanceolata* resümierend, konstatieren wir, daß die Entocyste mit verschiedener Schnelligkeit in Lösungen NaOH sich löst; die Ectocyste löst sich auch. Somit muß man meine ersten Beobachtungen in dieser Hinsicht als unrichtig annehmen.

Die Experimente mit anderen Stoffen gaben folgende Resultate:

Schwefelsäure spez. Gewicht 1,8 } die Hüllen lösen sich nicht auf
Salzsäure „ „ 1,12 } (t = 18° C).

20 proz. HCl. (spez. Gewicht 1,12) wirkte beim Aufkochen während 5—10 Min. Die Hüllen blieben ungelöst.

Essigsäure
Chloroform
Toluol
Xylol
Äthylalkohol
Propyl „
Methyl „
Butyl „
Formalin 40 proz.
Glycerin
} wirkten bei t = 18° C während 24—48 Stunden. Die Hüllen blieben ungelöst.

Die Hüllen blieben unverändert in Pepsin und Tripsin während 48 Stunden bei Kälte und bei 40° C. Trotz den Angaben Goodey's

---

Schicht durchmustert, so kann man die verschiedenartigsten Bilder beobachten, von dem Grade des Auflösens dieser Schicht abhängig. Manchmal ist ein dünner Streifen oder zwei Streifen zwischen Ecto- und Entocyste zu sehen, das sind Stadien des Auflösens der zweiten Schicht.

löste Diastase die Entocyste in Cysten von *St. mytilus* nicht auf[1]). $J+H_2SO_4$, $J+H_3PO_4$, Chlor-Zink-Jod gaben keine Färbung.

Sonst können wir den Schluß ziehen, daß für die Cysten von *Colpoda cucullus* unsere Angaben mit den Angaben Goodey's fast übereinstimmen.

III. Plasmolyse der Cysten.

Wirkung der Salze und organischer Stoffe auf Cysten von *St. mytilus*, *St. pustulata*, *Pleutr. lanceolata* u. a., Plasmolyse der Cysten, halbdurchlässige Hülle, welche osmotische Erscheinungen in den Cysten bedingt.

Plasmolyseerscheinungen[2]), welche in Lösungen von NaOH und KOH wie auch in Säuren beobachtet wurden (in den letzteren aber hörte die Plasmolyse bald auf), zwangen mich eine Reihe von Experimenten mit verschiedenen Salzen und organischen Stoffen vorzunehmen, um diese Erscheinung aufzuklären. Wenn wir die Cysten von *St. mytilus, Pl. lanceolata, St. pustulata* oder überhaupt — das kann ich jetzt mit großer Wahrscheinlichkeit sagen — irgendeinem Vertreter der Hypotricha[3]) in eine ziemlich starke Salzlösung, z. B. 0,5 m NaCl legen, so werden wir kurz darauf imstande sein zu bemerken, wie das Protoplasma sich zusammenzuziehen anfängt (das Wasser abgibt) und sich von der Entocyste entfernt (Taf. 5 Fig. 2). Nachdem das Zusammenziehen sein Maximum erreicht hat, kann das Plasma eine lange Zeit ohne Veränderung in der Salzlösung verweilen. Man kann bemerken, daß die Konzentration der Lösung den Grad des Zusammenziehens ziemlich genau bestimmt. Nachdem wir die Cysten einige Zeit in der Salzlösung gehalten haben, legen wir sie in das Wasser derjenigen Kultur, in welcher die Cysten sich gebildet haben, oder in Leitungswasser, oder endlich in destilliertes Wasser. Wir merken sofort, daß das zusammengezogene Protoplasma (und das Zusammenziehen kann recht stark sein, erreicht bis 0.5 des Diameters und — selten — mehr) sich wieder rasch herstellt und das frühere Volumen einnimmt, d. h. wieder an die Ectocyste

---

[1]) Möglich, daß ich nicht über ein ganz zuverlässiges Präparat verfügte, obgleich ich das nicht meine.

[2]) Soviel es mir bekannt ist, wurden die Plasmolyseerscheinungen in Cysten der Protozoa nur von Mouton studiert (Mouton: Sur la plasmolyse. C. R. Ac. Sc. T. 125 1897 p. 407—409. Als Objekt dienten ihm Cysten der Amöben (?).)

[3]) Bis jetzt beobachtete ich die Plasmolyse in Cysten von mehr als zehn verschiedenen Arten der Hypotricha.

sich dicht anlegt (Taf. 5 Fig. 1). Cysten, die der Wirkung des Salzes ausgesetzt wurden, kann man zum Excystieren bringen, wenn man sie in frisches Teichwasser legt. Vor uns ist eine typische Plasmolyse, welche man mehrere Male nacheinander hervorrufen kann. Ich muß bemerken, daß ich für eine echte Plasmolyse solches Zusammenziehen des Plasmas (mit Abgabe von Wasser) anerkenne, wenn wir nach Entfernen der Ursache, die das Zusammenziehen hervorruft, nicht nur imstande sein werden das Plasma auszugleichen, sondern auch ganz sicher sein können, daß dieses Plasma lebendig geblieben sei, d. h. daß im Falle der Cysten wir noch die Möglichkeit haben aktive Formen zu erzeugen.

Diese Erläuterung ist notwendig, da nicht jedes Zusammenziehen und darauffolgende mögliche Herstellung für Plasmolyse gelten kann, welche dem lebenden Plasma der Cysten der Infusorien eigen ist. Das zum ersten. Die echte Plasmolyse tritt rasch auf und verschwindet ebenso rasch bei der Beseitigung der Ursachen, die sie hervorgerufen haben; dabei hellt sich [1]) das Plasma, einen silbernen Ton annehmend, alle Strukturelemente werden unsichtbar. Falls wir bei Anwendung irgendeines Reaktivs bemerken, daß das zusammengezogene Plasma sich verdunkelt oder körnig wird, oder der Kern (welcher gewöhnlich nicht besonders klar bemerkbar ist) scharf hervortritt, so werden wir trotz der in einigen Fällen möglichen Herstellung (wenn das Plasma sich nicht verdickt hat) nie eine aktive Form erhalten, — das Protoplasma ist nicht mehr lebendig, das Reaktiv ist in dasselbe eingedrungen. Das zum zweiten.

Wenn wir die Oberfläche des während der Plasmolyse sich zusammengezogenen Protoplasmas aufmerksam betrachten, werden wir sogar bei geringer Vergrößerung zarte Fältchen auf der Oberfläche des Plasmas bemerken (Taf. 5 Fig. 2). Weiter werde ich versuchen zu beweisen, daß diese Fältchen nichts anderes als die dritte Hülle der Cysten der Hypotricha [2]) sind —, die Hülle,

---

[1]) Ohne Zweifel infolge der gegenseitigen Annäherung der sichtbaren Strukturelementen des Plasmas.

[2]) Ich spreche bestimmt nur über Cysten der Hypotricha, in welchen, meiner Meinung nach, die Eigenschaften der Halbdurchlässigkeit mit der Intimocyste verbunden sind. Was die anderen Ciliata anbetrifft, so muß man denken, daß bei ihnen die Undurchlässigkeit für Salze vielleicht durch eine der ersten Hüllen bedingt ist. Ich kann es vollkommen genau von den Cysten von *Dileptus anser*, *Bursaria truncatella*, *Pseudocolpoda cochlearis* behaupten, in welchen die Intimocyste augenscheinlich ganz fehlt.

welche untrennbar mit dem Protoplasma verbunden ist, welche durch das Plasma nach der Bildung der ersten zwei Hüllen — Ectocyste und Entocyste — ausgeschieden wird und die Plasmolyse der Cysten bestimmt, d. h. die Eigenschaften der Halbdurchlässigkeit besitzt. Wenn wir die Außenhülle Ectocyste nennen und die Innenhülle Entocyste, so schlage ich vor, diese dritte Hülle, welche bei gewöhnlicher Beobachtung (ohne Plasmolyse) unsichtbar ist, Intimocyste zu benennen.

Experimente mit der Wirkung der Salze und organischer Stoffe so auch der Säuren und Alkalien wurden in folgender Weise angestellt. Eine Anzahl von Cysten wurde vorläufig in derjenigen Lösung, deren Wirkung man zu erproben beabsichtigte, gewaschen und zwecks Beobachtung in dieselbe gelegt. Parallel wurde, bei immerwährendem Beobachten unter dem Mikroskop, die der Prüfung unterzogene Lösung unter das Deckglas hinzugegeben. Eine Anzahl der Cysten aus der dem Experiment unterzogenen Partie wurde vor dem Experiment und während desselben genau ausgemessen. Ich gebe nur wenige von meinen Protokollen wieder.

Serie B. Nr. 1. 5 m NaCl; Cysten von *St. mytilus.*

28. Februar 1915. Ungefähr 30 Cysten sind in 5 m NaCl gelegt. 6 Cysten werden beständig gemessen; im weiteren gebe ich die Messungen nur einer an, da die Veränderungen fast identisch waren. Vor dem Einlegen in die Lösung war der Diameter der Ectocyste in einer Richtung 108 μ, in der anderen 107 μ. Der Diameter der Entocyste war bis zum äußeren Rand 86 μ, die Dicke der Entocyste ist 2 μ. Der Diameter des Zentralkörpers (Plasma + Intimocyste) ist 82 μ. Um 3 Uhr 50 Min. werden die Cysten in 5 m NaCl übertragen. Der Zentralkörper zog sich außerordentlich rasch zusammen, die Ectocyste bog sich ein und richtete sich bald darauf auf, so daß schon nach 5 Min. sie ihr früheres Ansehen annahm. Das zeigt zweifellos, daß die Ectocyste für NaCl durchdringbar sei. Der Zentralkörper zog sich stark zusammen und nahm die Form eines unregelmäßigen knolligen Kügelchens (die Fältchen der Intimocyste) an. Er hellte sich bedeutend auf und man kann in ihm schon keine für die Cysten übliche Feinkörnigkeit und den Kern bemerken, welcher gewöhnlich bei normalen Bedingungen sichtbar ist und die Form einer Bohne hat. Mit einem Wort, das Plasma sieht ebenso aus, wie in trocknen Cysten, was natürlich verständlich ist, wenn man beachtet, daß es eigentlich gleichgültig ist, auf welche Weise das Wasser

der Cyste entzogen wird — durch Antrocknen oder durch Wirkung einer hypertonischen Lösung. 4 Uhr 20 Min. Diameter der Ectocyste 108 μ und 106 μ. Entocyste 85 μ. Zentralkörper in einer Richtung 58 μ, in der anderen 62 μ. Am 1. März ist die Plasmolyse bei den meisten Cysten verschwunden. Am 2. März ist sie bei allen Cysten verschwunden. Messungen: Ectocyste 108 μ und 110 μ. Entocyste 84 μ, Dicke 2 μ. Plasma 80 μ. Die Cysten wurden in destilliertes Wasser übergetragen.

3 Uhr. Ectocyste 108 μ. Entocyste 94 μ. Plasma 90 μ. 3 Uhr 27 Min. Entocyste 88 μ. 3 Uhr 42 Min. — dasselbe. Ich trage in 5 m NaCl über. Die Ectocyste hat sich zusammengezogen und ausgeglichen, wie im Anfang des Experimentes; ihr Diameter ist 108 μ. Entocyste 80 μ. Zentralkörper in einer Richtung 60 μ, in der anderen 78 μ. 3 Uhr 50 Min. Diameter des Zentralkörpers 72 μ und 78 μ. 4 Uhr. Ectocyste 108 μ. Entocyste 81—80 μ. Zentralkörper 74 und 77 μ. 4 Uhr 12 Min. Der Kern ist stark hervorgetreten. Die Cyste ist zweifellos tot; ein unbedeutendes Zusammenziehen des Plasmas im zweiten Falle kann für keine echte Plasmolyse gelten.

Aus diesem Experimente machen wir solche Folgerungen: in 5 m Lösung NaCl dringt das letztere in die Cysten im Laufe von 48 Stunden ein. Ectocyste und Entocyste sind vollkommen durchlässig für das Salz; bei passenden Bedingungen ist die Entocyste fähig ihren Diameter zu verändern, hauptsächlich in der Richtung seiner Vergrößerung.

Serie B. Nr. 2. 3 m NaCl.

1. März 1915. 22 Cysten von *St. mytilus* sind in 3 m NaCl gelegt. 4 Cysten wurden gemessen, die anderen wurden, wie immer, mit den gemessenen verglichen. Ectocyste 112 μ. Entocyste 89 μ. Dicke der Entocyste 2 μ (weiter werde ich die Dicke der Entocyste nicht erwähnen, da sie sehr beständig ist und unbedeutend in dieser oder jener Richtung variiert, ungefähr in Grenze von 2 μ, abhängig von der Größe der Cyste). Zentralkörper 85 μ. 4 Uhr 27 Min. Die Cysten sind in 3 m NaCl gelegt. 4 Uhr 55 Min. Ectocyste ist völlig ausgeglichen, Entocyste 88 μ. Zentralkörper 63 μ und 60 μ. 2. März. 3 Uhr 13 Min. Ectocyste 112 μ. Entocyste 86 μ. Zentralkörper 66 μ und 58 μ. 3. März — dasselbe. 4. März. 2 Uhr 7 Min. schwindet die Plasmolyse fast in allen Cysten. 5. März. 3 Uhr 30 Min. Plasmolyse in allen Cysten geschwunden, der Kern scharf

hervorgetreten. Weiter wurden die Cysten auf dieselbe Weise bearbeitet wie im Falle 5 m NaCl [1]).

Schluß: 3 m NaCl dringt in das Plasma ungefähr nach 60 Std. ein.

Serie B. Nr. 3. 1 m NaCl.

4. März 1915. Ectocyste 112 μ. Entocyste 86 μ. Zentralkörper 84 μ. 2 Uhr 37 Min. 18 Cysten von *Stylonychia mytilus* sind in 1 m NaCl gelegt. Ectocyste ist fast unverändert. Plasmolyse begann sofort, aber langsamer als in stärkeren Lösungen. 2 Uhr 44 Min. Ectocyste 112 μ. Entocyste 86 μ in einer Richtung und 84 μ in der anderen. Zentralkörper 64 μ und 63 μ. 3 Uhr 7 Min. — dasselbe. Augenscheinlich hat der Zentralkörper das Maximum seines Zusammenziehens erreicht. 5. März. 4 Uhr 2 Min. Ectocyste 110 μ und 111 μ. Entocyste 84 μ und 86 μ. Zentralkörper 64 u und 63 μ. 6. März — dasselbe. Die Cysten blieben im 1 m NaCl ohne jegliche Veränderung bis zum 7. April, d. h. mehr als 30 × 24 Stunden, dann wurden sie in zwei Partien eingeteilt. Die erste Partie wurde in frisches Teichwasser gelegt nach gründlichem Abwaschen vom Salz in destilliertem Wasser; nach 3 × 24 Stunden öffneten sich zwei Cysten und gaben normale aktive Formen, die übrigen haben ein lebendes Aussehen. Die zweite Partie wurde in destilliertes Wasser übergetragen, die Plasmolyse verschwand ebenso rasch, wie in der ersten Partie, das Plasma glich sich aus und hat dasselbe Aussehen wie in normalen Cysten. Die Cysten sind in 1 m NaCl übergetragen. Plasmolyse wurde bis zum 16. April beobachtet, wo diese Cysten in 5 m NaCl übergetragen wurden. Die Plasmolyse nahm zu. Am 17. April war die Plasmolyse in allen Cysten geschwunden, der Kern trat scharf hervor, — das Salz ist in das Plasma eingedrungen [1]). In der anderen Serie der Experimente beobachtete ich die Plasmolyse mehr als 20 × 24 Stunden, d. h. bis zum Ende des Experimentes.

Schluß: 1 m NaCl dringt in das Plasma der Cysten wenigstens im Laufe 30 × 24 Stunden nicht ein [2]).

[1]) Wenn man bei solchen Cysten die erste und die zweite Hülle verletzt und diese Cysten darauf in destilliertes Wasser einbringt, so kann man bemerken, daß das tote Plasma das Wasser so stark bindet, daß es durch die verletzte Stelle aus den Hüllen hervortritt in Form eines umfangreichen Vorsprunges. Dieses Experiment gelingt, falls man nicht zu lange die Cysten in der Salzlösung nach dem Verschwinden der Plasmolyse hält.

[2]) Man soll anmerken, daß das Alter der Cysten und möglich auch die Dauer ihrer Aufbewahrung in der Flüssigkeit, in welcher die Cysten sich gebildet haben, auf ihre Resistenz in bezug der Salze einwirkt. Die jüngeren Cysten sind resistenter.



Serie B. Nr. 5. 0,5 m NaCl.

6. März 1915. Ectocyste 110 μ und 113 μ. Entocyste 89 μ und 88 μ. Zentralkörper 84 μ. 3 Uhr 23 Min. 27 Cysten sind in 0,5 m NaCl gelegt. Die Ectocyste im Gegensatz zu den ersten Serien hat sich gar nicht eingebogen. 3 Uhr 25 Min. Eine leichte Plasmolyse ist bemerkbar. 3 Uhr 33 Min. Ectocyste 110 μ und 112 μ. Entocyste 86 μ und 85 μ; der Zentralkörper 70 μ und 72 μ. 4 Uhr 15 Min. Ectocyste 110 μ und 112 μ. Entocyste 87 μ und 88 μ. Zentralkörper 68 μ und 70 μ — hat maximales Zusammenziehen erreicht. Die Cysten blieben in der Lösung bis zum 15. April, wo das Experiment abgeschlossen wurde, ohne jegliche sichtbare Veränderungen.

Weiter wurden Konzentrationen von NaCl 0,25 m, 0,2 m, 0,18 m, 0,15 m und 0,1 m angewandt. Plasmolyse fand statt in Konzentrationen nicht unter 0,15 m bei einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Cysten, 15—20 Stück bei jedem Experiment. Ich werde diese ziemlich eintönigen Experimente nicht eingehend schildern, werde nur angeben, daß in sehr schwachen Lösungen, womöglich dem isosmotischen Plasma, die kaum merkliche Plasmolyse aus einiger Anzahl der Cysten nach einigen Tagen verschwinden kann. Alle Serien von Cysten wurden nach 10—15 Tagen in frisches Wasser gelegt, wobei immer aktive Formen erhalten wurden. Das fast völlige Fehlen der Turgeszenz der Entocyste, die völlige Durchlässigkeit für Salz der Ectocyste, wie auch der Entocyste, eine bestimmte Konzentration unter welcher keine Plasmolyse-Erscheinungen beobachtet werden, dies alles erlaubt uns genaue Experimente zum Zweck der Bestimmung des osmotischen Druckes in den Cysten anzustellen.

Serie B. Nr. 5a; $MgSO_4$, $MgCl_2$, KNO_3, $NaNO_3$, KCl.

Bei Experimenten mit Lösungen $MgSO_4$ in Konzentrationen 1,5 m, 0,5 m, 0,25 m und schwächeren wurden dieselben Resultate, wie mit NaCl erlangt.

In Lösungen 1 m, 0,5 m u. 0,25 m	$MgSO_4$	hielt Plasmolyse über 10 Tagen, d. h. bis zum Ende des Experimentes an. Es scheint mir, daß KCl viel giftiger als NaCl für die Cysten sei.
„ „ „ „	KNO_3	
„ „ „ „	$NaNO_3$	
„ „ „ „	KCl	

Serie B. Nr. 53. $CuSO_4$.

21. November 1915. 1 Uhr 2 Min. Die Cysten von *St. mytilus* sind in 0,25 m $CuSO_4$ eingetragen. Um 1 Uhr 50 Min. eine leichte Plasmolyse bemerkbar, die Plasmolyse tritt viel langsamer ein, als im 0,5 m NaCl. Am 22. November eine deutliche Plasmolyse. Die Beobachtung wurde während 7 Tagen fortgeführt ohne daß jegliche Veränderung in der Stärke der Plasmolyse und im Zustand der Cysten eintrat; dann wurden die Cysten in Aquariumwasser übergetragen — Plasmolyse verschwand, die Cysten haben ein lebendes Aussehen. Sind in 1 m NaCl gelegt. Eine starke Plasmolyse; nach 2 Tagen sind die Cysten wieder in Aquariumwasser übergetragen — das Ausgleichen ganz normal. Das Excystieren gelang nicht, möglich weil für das Experiment Cysten genommen wurden, welche vor 2 Jahren sich gebildet hatten.

Schluß: $CuSO_4$ drang augenscheinlich in das Plasma nicht ein

$HgCl_2$.

Eine gesättigte Lösung (bei 18° C). Die Cysten von *St. mytilus* sind am 7. April 1915 um 4 Uhr 10 Min. in diese Lösung eingetragen. Die Ectocyste bog sich nicht sofort ein. 4 Uhr 30 Min. Der Inhalt der Cysten bräunte sich stark, die Plasmolyse ist aber die ganze Zeit abwesend; nur nach einigen Stunden kann man ein leichtes Zusammenziehen des Plasmas bemerken, welches zweifellos von der Verdichtung beim Fixieren abhängt. Dasselbe Resultat wurde bei Anwendung 2 proz. und 4 proz. Lösungen erhalten. Somit dringt das Sublimat leicht durch alle drei Hüllen.

$K_2Cr_2O_7$.

Eine gesättigte Lösung. Die Cysten von *St. mytilus* sind in diese Lösung am 7. April 1915 um 3 Uhr 45 Min. eingetragen. Die Ectocyste hat sich zusammengezogen und wie immer schnell hergerichtet. 3 Uhr 52 Min. Die Plasmolyse ist noch nicht verschwunden, aber der Inhalt der Cysten bräunt sich nicht. 4 Uhr 12 Min. Leichte Plasmolyse ist zu bemerken. 6 Uhr. Deutliche Plasmolyse, die Fältchen der Intimocyste sind gut bemerkbar. 8. April. Ectocyste 110 μ. Entocyste 82 μ. Zentralkörper 70 μ und 74 μ. Der Zentralkörper ist wie immer silberfarben und zeichnet sich scharf auf dem Grunde der ihn umgebenden Flüssigkeit aus. Es ist deutlich zu sehen, daß $K_2Cr_2O_7$ die Ecto- und Entocyste durchdrang. In diesem Zustand lagen die Cysten bis zum 12. April, wo die Plasmolyse sich langsam zu vermindern begann und zum

14. April bei den meisten Cysten fast verschwand; der Inhalt der Cysten bewahrt scheinbar seine frühere Farbe, aber die Struktur des Kernes ist scharf hervorgetreten. 19. April. Die Cysten sind in Leitungswasser übergetragen, — der Zentralkörper ist gelb; es ist gut zu sehen, wie $K_2Cr_2O_7$ aus dem Raum zwischen Ecto- und Entocyste und Intimocyste rasch schwindet. Das Plasma ist ohne Zweifel fixiert. Einige Cysten sind in destilliertes Wasser übergetragen; durch leichtes Aufdrücken des Deckglases rissen die Hüllen und das Plasma kam zum Vorschein, aber es war nicht mehr flüssig und darum zerfloß es nicht, wie es beim Zerdrücken einer frischen Cyste geschieht.

Aus diesem Experiment kann man schließen, daß $K_2Cr_2O_7$ wenigstens im Laufe von 48 Stunden in das Protoplasma nicht eindringt.

NaOH und KOH.

Ätzende Laugen wurden in verschiedensten Konzentrationen geprobt; anfänglich rufen sie eine Plasmolyse hervor, welche eine kurze Zeit anhält und darauf dringen sie ins Plasma ein und lösen es auf.

Säuren.

H_2SO_4, HCl, HNO_3 nicht verdünnt und auch 5 und 10 Proz. dringen rasch durch die Hüllen und töten das Protoplasma. Wenn man die Säure unter das Deckglas gibt und unter dem Mikroskop beobachtet, so kann man ein rasches Eintreten einer kurzdauerden Plasmolyse bemerken. Es ist interessant anzumerken, daß AUERBACH [1]) Salzsäure benutzte um die Ecto- und Entocyste deutlich zu sehen; dabei beobachtete er, ohne es zu vermuten, Plasmolyse und Fältchen der Intimocyste.

„Das ganze war sichtlich von einer Hülle, und zwar, wie man schon jetzt vermuten konnte, einer doppelten umschlossen, denn es zeigte dieselbe eine innere, sehr dunkle, aber scharfe und eine äußere wie aus feinen Körnchen zusammengesetzte Kontour. Im natürlichen Zustande umschloß die Hülle ihren Inhalt ganz dicht; durch Zusatz eines Tropfens Salzsäure aber konnte man sie isolieren, indem sich dadurch der Inhalt zusammenzog. Diese Zusammenziehung geschah übrigens immer in einer eigentümlichen Weise (s. Fig. 2), so nämlich, daß ein rundlicher, nach einer Seite aber

[1]) L. AUERBACH: Über Encystierung von *Oxytricha pellionnella*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V. 1853. p. 490.



etwas zugespitzter Körper entstand, an dessen Oberfläche einige tiefe Furchen schief herumliefen."

Glycerin.

8. Februar 1916. 14 Cysten sind in 30 proz. Glycerin gelegt. Die Ecto- und Entocysten haben sich höchst schnell eingebogen, der Zentralkörper bekam eine biskuitartige Form, dieselbe Form hatten auch die Cysten selbst. Bis zum 13. Februar blieben die Cysten in solchem Zustand, darauf stellten sich Ecto- und Entocysten her und die Cysten gewannen das zur Zeit der Plasmolyse übliche Aussehen. Die Plasmolyse hielt ohne Veränderungen während 10 Tagen bis zum 23. Februar an, und darauf begann der Zentralkörper höchst langsam sich herzustellen und erst im März füllte er die Entocyste vollständig aus. Die Cysten waren sehr durchsichtig — klärten sich vom Glycerin. 5 und 10 proz. Clycerin biegt die Ecto- und Entocysten nur wenig ein, sofort tritt eine starke Plasmolyse ein, welche ohne Veränderung über 20 Tage beobachtet wurde, darauf wurden die Cysten in Teichwasser übergetragen, in welchem die Plasmolyse rasch verschwand. Dann wurden die Cysten wiederum in 5 proz. Glycerin übergetragen, — eine starke Plasmolyse. Nach 2 Tagen wurden die Cysten in destilliertes Wasser übergetragen — die Plasmolyse verschwand. Die Cysten wurden in zwei Partien eingeteilt, die eine wurde in Teichwasser gelegt, die andere — in 1 m NaCl. Im zweiten Falle ist die typische Größe der Plasmolyse für die gegebene Konzentration; nach 3 Tagen wurden diese Cysten, mit destilliertem Wasser gut gewaschen, in Teichwasser gelegt. Im Wasser hatten die Cysten das für lebende Cysten typische Aussehen, doch gelang es weder die erste, noch die zweite Partie zum Excystieren zu bringen, möglich weil die beim Experiment benutzten Cysten vor mehr als $1^1/_2$ Jahren sich gebildet hatten und, wie das Experiment zeigt, sind solche Cysten sehr schwer zum Ausschlüpfen zu bringen.

Schluß: Das Glycerin drang in Konzentrationen 5 und 10 Proz. augenscheinlich in das Plasma nicht ein.

Rohrzucker.

Sogar in sehr starken Lösungen von Rohrzucker hielt die Plasmolyse über 30 Tage — bis zum Ende des Experimentes — an.

Pikrinsäure.

Gesättigte Lösung. 9. April 1915. 3 Uhr 55 Min. Das Plasma zieht sich kaum merklich zusammen, der Kern beginnt scharf hervor-

zutreten, das Protoplasma selbst wird gelb und dann braun — die Cyste ist fixiert. Um 4 Uhr 25 Min. sind die Cysten undurchsichtig.

Pikrinsäure dringt leicht durch die Hüllen.

Formalin.

15 proz. Formalin dringt während einigen Sekunden ein. In 8 proz. Formalin ist schon nach $2^1/_2$ Min. ein starkes Zusammenziehen des Plasmas zu bemerken, das letztere ist noch nicht gebräunt. Nach 20 Min. dasselbe. Nach 35 Min. wurde die Cyste braun — Formalin ist eingedrungen. In 4 proz. Formalin am 13. April 1915, 11 Uhr 30 Min., nach 2 Min. ist die Plasmolyse bemerkbar, welche viel langsamer eintritt als in 8 proz. Nach 3 Stunden 8 Min. seit dem Anfang des Experimentes hielt die Plasmolyse an, das Plasma wurde nicht braun. Am 14. April ist die Plasmolyse verschwunden, die Cyste wurde braun.

Somit dringen die angezeigten Lösungen des Formalins ziemlich rasch in die Cyste ein, aber dennoch können wir bei 4 Proz. ziemlich lange die Plasmolyse beobachten.

Methyl- und Äthylalkohol.

CH_3OH und C_2H_5OH rufen in schwachen Konzentrationen (5—10—15 Proz.) eine starke Plasmolyse hervor, welche ziemlich lange dauert — bis einige Stunden, und darauf dringen die Alkohole in das Plasma ein. 1,8 proz. Methylalkohol ruft keine Plasmolyse hervor.

Außer den angezeigten Stoffen habe ich Experimente über die Wirkung von KCN auf die Cysten von *Pleutr. lanceolata* angestellt [1]).

KCN.

Den 16. August 1916. 3 Uhr 25 Min. 1 m KCN. Es wurden in die Lösung ungefähr 80 Cysten von *Pleutr. lanceolata* gelegt. Schnell tritt eine sehr starke Plasmolyse ein. Die Ectocyste biegt sich nicht ein. Plasmolyse ist nach 2 Stunden verschwunden. KCN 0,5 m. Die Cysten sind an demselben Datum um 10 Uhr 50 Min. in diese Lösung gelegt. Plasmolyse. 11 Uhr 5 Min. dasselbe. 1 Uhr. In einige Cysten ist KCN eingedrungen. Die Plasmolyse verschwand bei allen Cysten gegen 3 Uhr.

Somit kann man annehmen, daß 0,5 m KCN nach 3—4 Stunden eindringt. In 0,25 m KCN hielt die Plasmolyse über 6 Stunden,

[1]) In allen Experimenten, die oben erwähnt wurden, wo kein Objekt angezeigt ist, muß man Cysten von *St. mytilus* verstehen.



bis zum Abbrechen des Experimentes an. Da ich mit KCN nur diese Experimente angestellt habe, bin ich gezwungen, mich sehr vorsichtig über dessen Wirkung auf die Cysten auszusprechen.

IV. Die Bestimmung des osmotischen Druckes in Cysten von *Stylonychia mytilus*.

Wie wir sahen, erlaubt uns das Existieren der Grenzkonzentration, unter welcher keine Plasmolyse beobachtet wird, sowie eine große Standhaftigkeit der Entocyste, an welche der Zentralkörper dicht anliegt, den osmotischen Druck ziemlich genau zu bestimmen. Genügend genau wurden von mir Experimente nur mit NaCl, KCl und $MgSO_4$ angestellt. Ich benutzte reine Präparate von Kahlbaum und zweimal in Schott'schem Glasgeschirr destilliertes Wasser. Die Cysten wurden gründlich gewaschen in Lösungen von derselben Konzentration (3—4 Abwechslungen beim Durchschütteln), in welchen sie nachher auch beobachtet wurden, t^0 während aller Experimente $= 18^0$ C.

NaCl.

Es wurden 3 Serien von Experimenten angestellt. Zwei identische Serien und die dritte auf mittlere Zahlen. Es erwies sich immer, daß eine Anzahl von Cysten keine Plasmolyse gibt; solche Cysten, auf hohe Konzentrationen geprüft, erwiesen sich als leblose, was man schon nach dem Aussehen ihres Plasmas vermuten konnte. Jetzt bleibt es uns festzustellen, welche Cysten für plasmolysierte gehalten werden können. Eigentlich ist das erste Merkmal der Plasmolyse eine scharfe Doppelkontur der Entocyste vereint mit leichter Runzligkeit der Oberfläche des Zentralkörpers, welche zweifellos von den schon sich bildenden Fältchen der Intimocyste abhängt. Aber aus Bequemlichkeit beim Durchmustern halte ich für plasmolysiert nur diejenigen Cysten, in welchen der Zentralkörper wenigstens in einem Punkte von der Entocyste absteht.

In den Grundserien wurden die Cysten, welche Plasmolyse gaben, aus dem Gefäß, in dem die Beobachtungen durchgeführt wurden, herausgeholt und wurden in der angegebenen Konzentration während einiger Tage liegen gelassen, um die Möglichkeit des Angewöhnens zu prüfen, besonders in schwachen Konzentrationen. Wenn es im allgemeinen ein Angewöhnen auch gibt, so nur nach einer langen Frist; in meinen Kontrollen bemerkte man nach 4—5 Tagen fast keine Veränderungen in der Stärke der Plasmolyse.

Serie I. Cysten von *Stylonychia mytilus*. November 1916.

1. 150 Cysten gelegt in 0,130 m NaCl[1])	{	0 plasmolysierte 0 umgekommene
2. 150 „ „ „ 1,143 „ „	{	4 Cysten plasmolysiert 2 umgekommene
3. 144 „ „ „ 0,153 „ „	{	6 Cysten plasmolysiert 2 umgekommene
4. 136 „ „ „ 0,163 „ „		66 Cysten plasmolysiert
5. 70 „ „ „ 0,173 „ „	{	1 Cyste plasmolysiert 6 umgekommene
6. 63 „ „ „ 0,183 „ „		25 Cysten plasmolysiert
7. 38 „ „ „ 0,193 „ „	{	22 Cysten plasmolysiert 1 umgekommene
8. 15 „ „ „ 0,203 „ „		3 Cysten plasmolysiert.

Die gebliebenen 12 Cysten sind in 0,3 m NaCl übertragen worden. Eine starke Plasmolyse, welche bei 4 Cysten nach 30 Min. verschwand. Daraus muß man schließen, daß diese 4 Cysten den lebensunfähigen zuzuzählen sind; bei den anderen hielt die Plasmolyse standhaft an — man muß annehmen, daß ihre Isotonie höher als 0,203 m NaCl ist. Wenn man 15 lebensunfähige Cysten ausschließt, so kann man aus 135 Cysten, welche Plasmolyse gaben, eine folgende Tabelle für NaCl ($t^0 = 18^0$ C) zusammenstellen.

1.	0,143	m	4	Cysten	2,33	Proz.
2.	0,153	„	6	„	4,44	„
3.	0,163	„	66	„	48,88	„
4.	0,173	„	1	„	0,74	„
5.	0,183	„	25	„	18,52	„
6.	0,193	„	22	„	16,30	„
7.	0,203	„	3	„	2,22	„
8.	$>$ 0,203	„	8	„	5,93	„
			135		99,66—100 Proz.	

Wir ersehen, daß die Mehrzahl der Cysten in Konzentrationen 0,163 m, 0,183 m und 0,193 m plasmolysiert. Somit muß man das erste Maximum[2]) nahe zu 0,163 annehmen. Das zweite Maximum

[1]) Ein Experiment dauerte gewöhnlich 5—7 Stunden, Durchwaschen $1^1/_2$ bis 2 Stunden.

[2]) Es kann möglich sein, daß ich anfangs unwillkürlich die Anzahl der plasmolysierten Cysten übertrieben habe, weil ich eine Anzabl der im ersten Stadium der Plasmolyse weilenden Cysten hinzufügte.

liegt in Grenzen $>$ 0,173 m und $<$ 0,193; das mittlere — 0,188 m. Durchschnittlich erhalten wir — 0,1755 m. Summieren wir das ganze Experiment, Nr. 1, 2, 7 und 8 ausgenommen, so erhalten wir 0,1732 m. Somit können wir als mittlere 0,174 m NaCl annehmen.

Die zweite Serie der Experimente, der ersten identisch mit dem Unterschiede, daß die plasmolysierten Cysten nicht ausgesucht wurden, sondern die ganze Menge in die nächst folgenden Konzentrationen übertragen wurde, gab 0,176 m (dabei wurden keine so stark ausgesprochenen maximalen Ziffern erhalten). Es scheint mir, daß für unsere biologischen Zwecke man sich mit hundertsten Teilen m begrenzen könnte, aber ich will sogleich bemerken, daß *St. mytilus* so empfindlich sind, daß sie mit einer Veränderung in der Plasmolyse sogar auf geringe Veränderungen der Konzentrationen reagiert.

Die dritte Serie bestand darin, daß eine große Partie der Cysten (über 300 Stück) in 0,175 m NaCl eingetragen war — in diesem Falle wurden 52 Proz. plasmolysierter Cysten erhalten. Somit wird die Isotonie für NaCl 0,173—0,175 m sein. Wir können 0,174 annehmen.

Serie IV. $MgSO_4$. Cysten von *St. mytilus*. November 1916.

Nr.	Cysten		Konzentration			Ergebnis
1.	230 Cysten	in	0,110	m $MgSO_4$	gelegt.	Die Plasmolyse fehlt.
2.	230 „	„	0,120	„	„ „	6 Cysten plasmolysiert 1 umgekommen
3.	223 „	„	0,1284	„	„ „	11 plasmolysiert
4.	212 „	„	0,1368	„	„ „	23 plasmolysiert 1 umgekommen
5.	188 „	„	0,1452	„	„ „	47 plasmolysiert 1 umgekommen
6.	140 „	„	0,1536	„	„ „	94 plasmolysiert
7.	46 „	„	0,1620	„	„ „	10 plasmolysiert 19 umgekommen [1])
8.	17 „	„	0,1800	„	„ „	5 plasmolysiert 12 umgekommen (nach kurzer Plasmolyse).

Die 34 umgekommenen Cysten ausgeschlossen, haben wir für 196 lebensfähige Cysten folgende Resultate:

[1]) Es ist interessant anzumerken, daß in umgekommenen Cysten, nach ziemlich langem Liegen in schwachen Salzlösungen, das Plasma oder eher irgendwelche feinkörnige Zerfallreste desselben durch die Entocyste dringen (sich zwischen Ento- und Ectocyste befinden).

1. 0,120	m	6 Cysten	3,06	Proz.
2. 0,1285	„	11 „	5,61	„
3. 0,1368	„	23 „	11,53	„
4. 0,1452	„	47 „	24	„
5. 0,1536	„	94 „	47,96	„
6. 0,1620	„	10 „	5,1	„
7. 0,1800	„	5 „	2,55	„

Nr. 1 und 7 ausgeschlossen erhalten wir die mittlere Zahl für $MgSO_4$ = 0,1483—0,1485 m. Die zweite Serie, derselben für NaCl identisch, gab 0,1475 m. Serie 3 mit 400 Cysten gab für diese Konzentration ungefähr 51 Proz. Somit ist die mittlere Isotonie für $MgSO_4$ = 0,1475—0,1485 m.

Serie V. KCl. Cysten von *St. mytilus.* November 1916.

1. 90 Cysten in 0,144 m KCl	4 Cysten plasmolysiert 1 umgekommen
2. 85 „ „ 0,1564 „ „	3 Cysten plasmolysiert 1 umgekommen
3. 81 „ „ 0,165 „ „	6 Cysten plasmolysiert
4. 75 „ „ 0,1742 „ „	24 Cysten plasmolysiert 3 umgekommen
5. 48 „ „ 0,1876 „ „	26 Cysten plasmolysiert 3 umgekommen
6. 19 „ „ 0,1978 „ „	19 Cysten stark plasmolysiert.

Somit haben wir, die umgekommenen ausgeschlossen, 82 lebensfähige Cysten.

1. 0,144	m	4 Cysten	4,88	Proz.
2. 0,1564	„	3 „	3,66	„
3. 0,165	„	6 „	7,31	„
4. 0,1742	„	24 „	29,27	„
5. 0,1876	„	26 „	31,71	„
6. 0,1978	„	19 „	23,17	„

Die mittlere Zahl — 0,180 m; 1, 2 und 6 ausgeschlossen, wie es bei den vorhergehenden Serien geübt wurde, haben wir die mittlere Zahl = 0,179 m. Da wir in unseren Kulturen keine genügende Anzahl von Cysten besaßen, gelang es uns nicht die Kontrolle auf auf 50 Proz. anzustellen. Das Experiment mit KCl muß man für weniger genau als mit NaCl und $MgSO_4$ annehmen. Leider verfügte ich nicht über reine Zucker und die nötige Anzahl von Cysten, wodurch ich gezwungen war, mich nur mit diesen Bestimmungen des osmotischen Druckes zu begnügen.

Das Experiment summierend erhalten wir folgende Zahlen (aus der Tabelle Loomis' extrapolierend):

0,598 △ — 0,174 m NaCl — △ 0,6061—7,295 Atmosphären.
— 0,1485 „ $MgSO_4$ — △ 0,6169—7,430 „
0,609 △ — 0,179 „ KCl — △ 0,6146—7,400 „

V. Die Eigenschaften der Intimocyste.

Die osmotischen Erscheinungen in der Form, wie sie in den Cysten der Hypotricha zum Ausdruck kommen, wie auch die Wirkung von Salzen, Säuren, Laugen, organischen Stoffen und Farben in betreff des Eindringens in das Plasma der Cysten zwingen folgende Fragen aufzustellen:

1. Wovon hängt die Undurchlässigkeit der Cysten für Salze und organische Stoffe ab, oder, mit anderen Worten, hängen die osmotischen Erscheinungen von den Eigenschaften der Halbdurchlässigkeit einer von den Hüllen der Cysten, oder dem Plasma der Cysten selbst ab?

2. Welche von den dreien von uns angenommenen Hüllen besitzt die Eigenschaften der Halbdurchlässigkeit? Ist die Intimocyste (die dritte Hülle) real? und falls diese Frage positiv entschieden wird, ist sie nicht der Pellicula identisch und wie ist ihre chemische Zusammensetzung?

Die erste Frage können wir folgenderweise beantworten: es ist zweifellos, daß die Ecto- und die Entocysten für alle von uns angewandten Stoffe vollkommen durchlässig sind, — dies erfordert keine besondere Interpretation und folgt klar aus allen oben erwähnten Experimenten. Somit kann die Rede nur von der Intimocyste und von dem Plasma selbst sein, mit anderen Worten, — von der Realität der Intimocyste. Unter dem Mikroskop, beim Durchmustern der plasmolysierten Cysten, ist diese Hülle minder real, als die Ectocyste und die Entocyste. Zweifellos zeigt ihre Faltigkeit darauf hin, daß, trotz des engen Zusammenhanges mit dem Protoplasma, sie eine selbständige Bildung ist und jedenfalls, wenn sie beim Einbringen in hypertonische Lösung auch Wasser verliert, so in einer anderen Proportion als das Plasma der Cyste. Die Intimocyste kann von dem Plasma abgeteilt werden, was mir fast immer folgenderweise gelang: Cysten von *St. mytilus* wurden während 2 Minuten in 2proz. Osmiumsäure fixiert und dann auf 5—10 Minuten in 15proz. Formalin übertragen oder unmittelbar auf die angegebene Zeit in Formalinlösung gelegt. Im Formalin

zog sich der Zentralkörper zusammen (Intimocyste + Plasma), wurde bräunlich, mit anderen Worten wurde fixiert. Danach wurden die Cysten in destilliertes Wasser übertragen. Der Zentralkörper dehnte sich etwas aus und von der Oberfläche des Plasmas begann die dritte Hülle — die Intimocyste sich abzulösen, was man ganz deutlich auf der Mikrophotographie 4 Taf. 5 sieht, allmählich ging die Hülle bei mehreren Cysten auf $^1/_2$—$^3/_4$ ihrer Ausdehnung ab. Für gutes Gelingen dieses Experimentes ist der Grad der Plasmaverfestigung von großer Bedeutung. Man konnte auch noch denken, daß die Intimocyste eigentlich keine völlig selbständige Hülle sei, indem man sie z. B. als eine verdichtete Peripherieschicht deutet, aber das ändert an der Sache nichts und außerdem muß man die Meinung, daß sie eine besondere Hülle sei, für richtiger halten dank ihrer bedeutenden Dichte, ihrem Verhalten verschiedenen Stoffen gegenüber und wie wir es weiter sehen werden, der Art ihrer Entstehung beim Encystieren.

Somit müssen wir die Frage über die Realität der Intimocyste im morphologischen Sinne positiv entscheiden.

Es bleibt uns jetzt die letzte der von uns aufgestellten Fragen durchzusehen — was die Halbdurchlässigkeit der Cyste bestimme, das Plasma oder die Intimocyste und das Verhalten der letzteren zur Pellicula.

An vollkommen fertigen Cysten gelingt es nicht diese Frage zu entscheiden — wenigstens konnte ich nicht die Intimocyste isolieren, ohne dabei das Plasma zu töten.

Versuchen wir das uns interessierende Problem auf Umwegen zu lösen. Stellen wir uns eine Kultur vor (es ist recht bequem in niedrigen Petrischalen zu arbeiten), in welcher der Prozeß des Encystierens lebhaft vor sich geht und wo folglich Cysten von verschiedenen Stadien der Hüllenbildung sich vorfinden. Legen wir solche Cysten in 1 oder 0,5 m NaCl. Sofort werden wir bemerken, daß das Plasma in allen Cysten sich zuerst zusammenzieht, dann aber verschwindet die Plasmolyse bei vielen Exemplaren rasch, bei anderen aber bleibt sie und währt wie immer lange Zeit. Was soll das bedeuten? Zweifellos nur das, daß nicht auf allen Stadien des Encystierens die Cysten für diese Lösungen undurchlässig sind. Wenn das der Fall ist, so ist es für uns notwendig aufzuklären, in welchem Moment die Eigenschaften der Halbdurchlässigkeit auftreten. Dazu lesen wir die Cysten von gleichem Alter aus, was leicht auszuführen ist, das von mir vorgeschlagene Schema (l. c.) für die Cysten von *St. mytilus* beachtend.

1. Cysten, die nur eine Ectocyste haben (nach der ersten Drehung). Bei der Wirkung 0,5 m NaCl erfolgt ein Zusammenziehen, darauf nach 1—2—3 Minuten dehnt sich das Plasma — das Salz ist in das Plasma eingedrungen.

Folgerung: die Ectocyste und das Protoplasma selbst sind für NaCl durchlässig.

2. Cysten, welche eben erst die Entocyste ausgeschieden haben (gegen Ende der zweiten Drehung und nach ihr). Die Plasmolyse hält etwas länger als 4—5 Minuten an; dann dehnt sich das Plasma — Salz ist in das Plasma eingedrungen. An solchen Cysten kann man eine höchst interessante und für uns wichtige Eigentümlichkeit bemerken.

Wenn wir während der Plasmolyse (eigentlich des Zusammenziehens) die Oberfläche des zusammengezogenen Plasmas aufmerksam beobachten, so können wir sehen, daß es keine Intimocyste gibt, mit anderen Worten, daß die für die Intimocyste so charakteristischen Fältchen auf der Oberfläche des zusammengezogenen Plasmas vollkommen fehlen. Das Plasma ist nackt, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man die Mikrophotographie 3 Taf. 5 ansieht.

Dieses Experiment zeigt, daß die Cyste sogar nach der Ausscheidung der Entocyste die Eigenschaften der Halbdurchlässigkeit noch nicht besitzt. Somit sind die Entocyste und das Plasma selbst für NaCl durchlässig. Zugleich wissen wir sehr gut, daß wir eine typische Plasmolyse erhalten, wenn wir nach einigen Tagen die Cysten aus der gegebenen Kultur in dieselbe Lösung bringen, und während der Plasmolyse werden wir die Möglichkeit haben, die so charakteristischen Fältchen der Intimocyste zu beobachten (Taf. 5 Fig. 2).

Was soll das heißen? Mir scheint es, daß daraus nur eine Folgerung gezogen werden kann, nämlich, daß nach der Bildung der Entocyste die dritte Hülle — meine Intimocyste konstruiert wird, welche die Plasmolyse bedingt. Somit hängen die Eigenschaften der Halbdurchlässigkeit der Cysten von der Bildung der Intimocyste ab. Ist das der Fall, dann stellt man sich unwillkürlich die Aufgabe, den Moment der Bildung der Intimocyste genauer festzustellen, bzw. der Entstehung der Eigenschaften der Halbdurchlässigkeit. Dank meiner früheren Beobachtungen wußte ich, daß die Entocyste sich endgültig nach der zweiten Drehung ver-

vollständigt. Also haben wir einen Punkt, von welchem man ausgehen kann. Die Experimente wurden mit Cysten von *St. mytilus* und *Pleutr. lanceolata*[1]) (NaCl 1 m und 0,5 m) angestellt. Ich führe die Angaben für *St. mytilus* an.

Zeit in Minuten nach Bildung der Entocyste	Zeit während der die Plasmolyse anhält
20, 40	5—10 Min. Fältchen der Intimocyste sind nicht zu merken.
80, 160	20—40 Min. Die Oberfläche des Plasmas ist nicht nackt, aber die Fältchen der Intimocyste unklar.
320, 640, 1200	Die Intimocyste ist typisch, Plasmolyse wurde während 10 Tagen beobachtet, d. h. bis zum Aufheben des Experimentes.

Jetzt bleibt uns die letzte von den von uns aufgestellten Fragen zu entscheiden. Ob die Intimocyste der Pellicula identisch sei? Eigentlich ist diese Frage überflüssig, da es uns gut bekannt ist, daß die aktiven Formen die von uns angewandten Konzentrationen nicht vertragen. Aber vielleicht spielt hier eine Rolle die Mundöffnung? Ich stellte Experimente mit Astomata an, wobei es sich erwies, daß diese Infusorien hohe Konzentrationen der Salze nicht ausstehen. Natürlich kann man gegen solch ein Experiment vieles einwenden. Weiter, beim Excystieren, während des Auflösens der Entocyste und vielleicht noch früher, verlieren die Cysten von *St. mytilus* ihre Undurchlässigkeit für 0,5 m NaCl. Die aus den Cysten ausgehenden aktiven Formen gehen ebenso rasch in dieser Lösung zugrunde. Dies alles überzeugt uns, daß die Halbdurchlässigkeit der Cysten der Hypotricha von der dritten Hülle — der Intimocyste abhängt. Was für Funktionen haben dann die ersten zwei Hüllen? Wenn wir unter dem Mikroskop die trocknen Cysten von *St. mytilus* untersuchen, so werden wir sehen, daß ihre Ectocyste zerknittert ist, beinah ganz dicht an der Entocyste liegt, welche ihre runden Umrisse gut bewahrt; das Plasma ist stark zusammengezogen und liegt in Form eines unregelmäßigen Kügelchens, ziemlich weit von der Entocyste entfernt. Wir sahen, daß die Ectocyste und die Entocyste Salze leicht durchlassen, die Intimocyste

[1]) Die Cysten wurden aus den Kulturen während der zweiten Drehung ausgelesen; bis eine genügende Anzahl von Cysten sich ansammelte, verging ziemlich viel Zeit, so daß die Drehung in einigen Cysten sich einstellte. Somit können wir annehmen, daß die Entocyste sich vollkommen gebildet hat.

dagegen läßt sie nicht durch. Mir, als Morphologen, fällt es sehr schwer mich von der folgenden Ansicht auf die Hüllen abzusagen: die Ectocyste + Entocyste erscheinen als ein mechanischer Schutz der encystierten Infusorien, indem sie das Plasma gegen verschiedene grobe mechanische Einwirkungen schützen; es ist möglich, daß sie eine Rolle spielen, indem sie der Wirkung der Oberflächenspannung in den letzten Momenten des Austrocknens widerstehen. Die Intimocyste aber erscheint laut diesem Schema als chemischer Schutz, indem sie keinen schädlichen Einfluß zuläßt wie z. B. der wachsenden Konzentration der Salze beim Austrocknen. Zum Beweis dieser Ansicht habe ich folgendes Experiment angestellt. Die an dem Objektglase befestigten[1]) Cysten von *St. mytilus* wurden in 1 m NaCl plasmolysiert um den Zentralkörper von der Entocyste zu entfernen und darauf wurden mittels feiner Nädelchen unter dem Binokular die beiden ersten Hüllen (Ectocyste + Entocyste) zerstört. Der Zentralkörper schwamm ohne jegliche Veränderung in der Salzlösung. Darauf trug ich sie (3 Stück) in 0,175 m NaCl über, worin die Zentralkörper ihren normalen Diameter wieder erreicht haben, d. h. denselben, welchen sie vor dem Experimente hatten. Beim weiteren Antrocknen platzten die Zentralkörper sofort, als sie von oberflächiger Wasserschicht berührt wurden. Die Intimocyste schützt augenscheinlich vor dem Zerdrücken nicht.

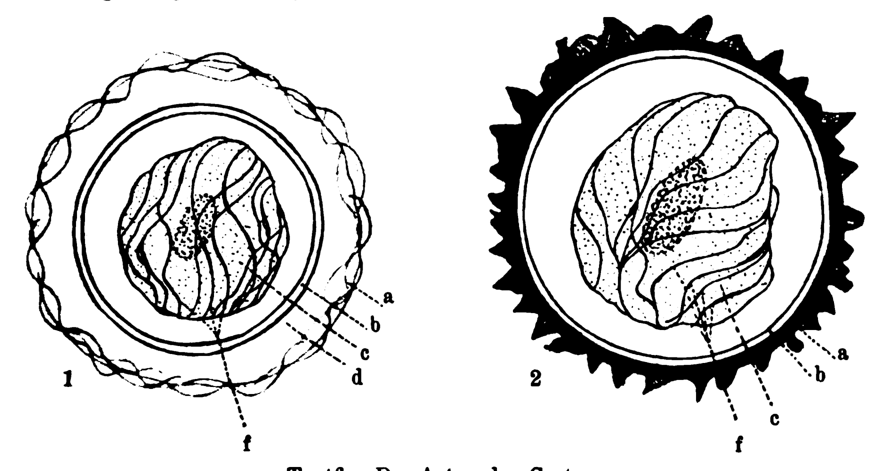
Wie ist der chemische Bestand der Intimocyste? Wir sahen, daß Säuren, Laugen, Sublimat, Formalin, Pikrinsäure, Alkohole und desgleichen sie durchdringen. Wenn man die Cysten mit Pepsin und Trypsin bearbeitet, so ist es unmöglich, die Intimocysten zu entdecken. Freilich, kategorisch kann ich mich nicht äußern, es scheint mir aber, daß sie aus einem Eiweißstoff bestehe. Möglich, daß ihre gewisse Unstandhaftigkeit in bezug auf Salze man als günstig für ihre Eiweißnatur aus folgendem Experimente deuten kann: 2 Partien Cysten von *St. mytilus* wurden, eine in 3 m NaCl und die andere in Ringer-Lösung, wo die Konzentration NaCl 3 m betrug, mit entsprechender Erhöhung der Konzentrationen anderer Komponenten, gelegt. In 3 m NaCl verschwand die Plasmolyse bei allen Cysten nach 5 × 24 Stunden, in 3 m NaCl + 0,15 m $CaCl_2$ + 0,3 m KCl[2])

[1]) Dies ist notwendig zu machen, sonst gelingt es nicht die Hülle zu präparieren. Man kann sie befestigen, indem man entweder im voraus das Glas mit Eiweiß bestreicht oder, was noch besser ist, die Häutchen, worin es Cysten gibt, an dem Objektträger antrocknet. Bei nächstfolgender Aufweichung bleiben die Cysten einstweilen befestigt.

[2]) Die Konzentration $CaCl_2$ und KCl ist bedeutend höher genommen als in der Lösung von Ringer. $NaHCO_3$ ist ausgelassen.

hielt die Plasmolyse während 15 × 24 Stunden an. Somit ist die Wirkung der Salze-Antagonisten für die Intimocyste nicht gleichgültig. Alles oben dargelegte beachtend, müssen wir das von uns für die Einteilung der Cysten der Hypotricha in Gruppen angenommene Schema verändern, indem wir den dort dargestellten 2 Hüllen — Ecto- und Entocyste, eine dritte — die Intimocyste hinzufügen. In diesem neuen Schema sind die Cysten so dargestellt, als wenn sie plasmolysiert wären (Textfig. D).

Wir sind zur Überzeugung gelangt, daß die Intimocyste der Pellicula nicht identisch ist, mit anderen Worten, daß sie eine Bildung sui generis ist, welche den Infusorien während ihres aktiven



Textfig. D. Arten der Cysten.
1. Cyste der ersten Gruppe. 2. Cyste der zweiten Gruppe. a) Ectocyste, b) Entocyste, c) Plasma, f) die Fältchen der Intimocyste, d) Raum zwischen Ecto- und Entocyste in Cysten der ersten Gruppe.

Lebens gar nicht eigen ist. Zweifellos erscheint diese Hülle, kraft ihrer obenerwähnten Eigenschaften als eine Schutzwand zwischen dem Plasma und äußerer Welt. Darum kann sie auch zum Vergleich mit den hypothetischen Membranen Overton's u. a. nicht verwendet werden, wie verlockend solche Erklärung auch erscheinen mag, dank ihrem (Hülle) untrennbarem Zusammenhange mit dem Plasma. Man darf nicht den Fehler von Zawadowski wiederholen, welcher in den Eiern von *Ascaris megalocephala* eine halbdurchlässige lipoide Membran vorfand und daraus schloß, daß er das richtige Fundament unter die Overton'sche Theorie gelegt habe. Das Ei ist eine ebensolche nicht funktionierende Zelle [1]), wie die Cyste. Und es ist unmöglich bessere

[1]) Im Sinne seiner Wechselwirkung mit der Außenwelt.

Beweise sich vorzustellen, daß die Anwesenheit einer lipoiden Membran unüberwindbare Hindernisse dem Aufnehmen und Entfernen verschiedener Stoffe aus dem Plasma stellt, als diejenigen, welche von Zawadowski in seiner Arbeit angeführt sind.

Die Cysten der Hypotricha, scheint es mir, können auch, als den Vorstellungen Fischer's in bezug auf die Bindung des Wassers durch das Plasma widersprechende, nicht ausgenutzt werden. Freilich, die Intimocyste ist halbdurchlässig, aber der Mechanismus des Aufnehmens oder der Abgabe des Wassers liegt nicht in ihr, sondern in dem Plasma. Die Intimocyste aber selbst, welche den Salzen ins Plasma einzudringen nicht erlaubt, erscheint als ein glücklicher Zufall, welcher in Form der Plasmolyse die Prozesse der Bindung des Wassers durch das Plasma zu beobachten erlaubt.

VI. Kernprozesse in den Cysten *Stylonychia mytilus*.

Es gelingt nicht die Veränderungen im Kernapparate der Schutzcysten der Infusorien auf Totalpräparaten zu erkennen, darum ist es notwendig nach einer sehr guten Fixation den Prozeß auf Schnitten zu studieren. Zum Fixieren benutzte ich verschiedene Flüssigkeiten [Schaudinn, Bouin, Flemming (starke Mischung)]. Färbte mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain oder mit sulfalasarinsaurem Natrium und Toluidinblau. Als Objekt dienten mir Cysten von *St. mytilus*, *Bursaria truncatella* und *Pseudocolpoda cochlearis*. In diesem Artikel gebe ich ausführlich das Material nur über *Stylonychia mytilus* an.

Vor der Abkugelung des Körpers bestehen alle Veränderungen im Kern nur darin, daß die Macronuclei und Micronuclei sich einander nähern: irgendwelche besondere Veränderungen gelingt es in dieser Periode nicht zu bemerken. Das Stadium der Absonderung der ersten Hülle ist auf der Taf. 6 Fig. 2 dargestellt. Das Plasma — feinkörnig. Die Macronuclei sind mehr vakuolisiert, als in vegetativen Formen, in ihnen sind ziemlich große sich dunkelfärbende Körnchen bemerkbar. Micronuclei — ohne Veränderungen.

In früheren Stadien der Bildung der Ectocyste kann man auf der Peripherie des zusammengezogenen Plasmas feine Tropfen von verschiedener Größe und Form bald mehr abgerundete, bald flache in Form kleiner Ovalen mit zugespitzten Enden bemerken (Taf. 6 Fig. 2). Diese Bildungen färben sich mittels Eisenhämatoxylin tiefschwarz, und allmählich zusammenfließend bilden sie eine feine äußere

Hülle. Darauf stellt sich Dechromatisation der Macronuclei ein; in dem Plasma erscheint um diese Zeit eine eigenartige Körnigkeit in Form von an und für sich schon körniger Kügelchen; die Micronuclei bleiben bisweilen ohne Veränderung. Die Ectocyste ist schon vollkommen konstruiert und an Schnitten kann man bemerken, daß sie aus den zwei oben erwähnten Schichten besteht — der äußeren, die mittels Eisenhämatoxylin tiefschwarz gefärbt wird, und der inneren, die bedeutend heller gefärbt ist.

Die Stadien während der Bildung der zweiten Hülle sind auf Taf. 6 Fig. 3 dargestellt. Die Macronuclei kommen ganz dicht aneinander, die Dechromatisation nimmt zu, die Körnigkeit im Plasma wird noch intensiver. Die Micronuclei färben sich schwach. Die Entocyste ist zu dieser Zeit schon ganz fertig. An der Peripherie des Plasmas erscheint eine besondere Feinkörnigkeit in Form kleiner manchmal zugespitzter Stäbchen (Taf. 6 Fig. 4). Später fließen die Macronuclei zusammen (Taf. 6 Fig. 5—6). Zu dieser Zeit erreicht die Körnigkeit des ersten Typus ihre maximale Entwicklung und nachher wird sie allmählich blasser und verringert sich in der Zahl. Parallel diesem nimmt die Körnigkeit des zweiten Typus zu (in Form feiner Stäbchen an der Peripherie) (Taf. 6 Fig. 6—7). In dem Kern, welcher durch das Zusammenfließen der Macronuclei entstanden war, bemerkt man große dunkle Körner, welche in den Vakuolen sitzen. Später quillt der Kern auf und dechromatisiert sich rasch (Taf. 6 Fig. 7—9) verschwindet aber nicht. Die Micronuclei können sich ebenfalls dechromatisieren, sind aber immer, ebenso wie der Macronucleus, deutlich bemerkbar, obgleich zu allerletzt nur zwei von ihnen bleiben, sehr große und dunkel gefärbte. Zu dieser Zeit schwinden beinahe alle Körnigkeiten aus dem Plasma, der Macronucleus aber beginnt sich stärker zu färben und verringert sich in seinem Umfang (Taf. 6 Fig. 10). Wenn wir den Schnitt durch eine völlig reife Cyste (Taf. 6 Fig. 11), 8 Monate nach der Bildung betrachten werden, so werden wir sehen, daß das Plasma fast keine Körnigkeiten enthält, der Kernapparat ist durch einen großen bohnenartigen Macronucleus und zwei sich dunkelfärbende Micronuclei dargestellt. Somit bleibt der Macronucleus, welcher durch Verschmelzen zweier Macronuclei der vegetativen Form, im Laufe des ganzen Prozesses der Cystenbildung entstand, ohne Veränderung; man kann nur seine starke Dechromatisation bemerken. Von den Micronuclei bleiben zwei. Ähnliche Resultate in bezug auf Macronucleus erhielt ich auch mit Cysten von *Bursaria truncatella*

und *Pseudocolpoda cochlearis.* Fermor[1]) kam, wie es bekannt ist, in bezug auf Cysten von *St. pustulata* zum Schluß, daß die Macronuclei nach ihrem Verschmelzen allmählich zerfallen und verschwinden. Die Micronuclei verschmelzen ebenfalls in eine Bildung, die im Gegensatz zu den Macronuclei wächst —

„und gibt den gesamten neuen Kernapparat ... Durch eine einfache Durchschnürung teilt er sich in 2 Teile und läßt auf diese Weise 2 neue Micronuclei entstehen. Die neuen Micronuclei werden aus verdichteten Chromatinabschnitten in dem großen Kern gebildet und in das Protoplasma ausgestoßen.“

Freilich habe ich für Cysten von *St. pustulata* keine volle Serie der Veränderungen des Kernapparates, will nur sagen, daß fertige Cysten ihn in ganz derselben Form haben wie *St. mytilus*, mit anderen Worten, einen Macronucleus und 2 Micronuclei. Leider kann man nach der Arbeit von Fermor den Moment nicht genau feststellen, wann, ihrer Meinung nach, die Micronuclei sich bilden — vor der Teilung des Kernes oder nach ihr; laut dem oben angeführten Zitate könnte man eher das letztere denken — das wäre aber auch für die Cysten von *St. pustulata* ganz falsch. Auf Grund ihrer Beobachtungen hält es Fermor für möglich anzunehmen, daß

„die Encystierung ersetzt in diesem Falle die Conjugation in der Hinsicht, daß als Resultat derselben wie auch nach der Conjugation ein neues Infusoriengeschlecht auftritt mit einem erneuerten Kernapparat“.

Ich muß gestehen, daß die Angaben von Fermor mir in hohem Grade zweifelhaft scheinen. Die 4 Zeichnungen welche sie zum Beweis ihrer Funde angibt kann ich für nichts anderes halten, als für Schemata oder für nicht durchgefärbte Totalpräparate; Schnitte durch die Cysten erhält man in solcher Form nicht. Freilich hat der Autor versprochen: „die ausführliche Arbeit wird an anderer Stelle erscheinen“, aber so viel es mir bekannt ist, haben wir bis jetzt diese ausführlichen Angaben noch nicht erhalten.

VII. Folgerungen.

1. Die Schutzcysten der Infusorien besitzen 2 Hüllen — die Ectocyste und die Entocyste.

2. Die Cysten der Hypotricha hinsichtlich der Lage der Hüllen kann man in 2 Gruppen einteilen. Die 1. Gruppe (Cysten

[1]) X. Fermor: Die Bedeutung der Encystierung bei *Stylonichia pustulata* Ehrbg. Zool. Anz. Bd. 42. 1913. p. 380.



vom Typus *St. mytilus*) hat eine Entocyste, welche in einiger Entfernung von der Ectocyste sich befindet. Die 2. Gruppe (Cysten vom Typus *Pleutrotricha lanceolata*) — die Entocyste liegt dicht an der Ectocyste (Taf. 6 Fig. 1 u. Textfig. A).

3. Beim Öffnen der Cysten löst sich die Entocyste auf, die Ectocyste aber reißt.

4. Beim Excystieren der Cysten von *St. mytilus* wird ein Stadium beobachtet, wo bei der Rekonstruktion der Wimperdeckung die Lage und die Form der Wimpern an die Wimperbedeckung der Holotricha erinnern (Textfig. B).

5. Ectocyste und Entocyste von *St. mytilus, St. pustulata* und *Pl. lanceolata* sind in bezug auf die Löslichkeit in NaOH den Hüllen von *Colpoda cucullus* fast identisch.

6. Bei der Wirkung von Salzen und organischen Stoffen auf Cysten der Holotricha wird eine dauernde Plasmolyse beobachtet.

7. Plasmolyse wird durch die Anwesenheit der Intimocyste bedingt — einer besonderen dritten Hülle, welche mit dem Plasma untrennbar verbunden ist.

8. Die Intimocyste besitzt die Eigenschaften der Halbdurchlässigkeit, allem Anscheine nach ist sie eiweißartig.

9. Der osmotische Druck in Cysten von *St. mytilus* erreicht 7,4 Atmosphären.

10. Ectocyste und Entocyste bilden einen mechanischen Schutz für die Cyste und die Intimocyste — ihren chemischen Schutz.

11. In Schutzcysten von *St. mytilus* vollzieht sich kein Zerfall der Macronuclei (im Gegensatz zu den Angaben von Fermor für *St. pust.*). Nach dem Verschmelzen bleibt der Kern als solcher bis zum Öffnen der Cyste.

Zum Schluß möchte ich meinen großen Dank Herrn Professor Kojewnikow äußern, in dessen Laboratorium in Moskau der größte Teil der hier angegebenen Beobachtungen durchgeführt war.

Saratow, August 1923.

Literaturverzeichnis.

Auerbach, L.: Über Encystierung von Oxytricha pellionella. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 5 1853 p. 430, Taf. XXII.

Balbiani: Leçons sur les Protozoaires. Journ. d. Micr. 1881.

Bütschli, O.: Protozoa. in: Bronn's Klassen u. Ordn. d. Tierreiches. Bd. 1 Abt. 3 1887—89.

Calkins, G.: Didiuium nasutum. 1. The Life History. Journ. of E. Zool. Vol. 19 No. 2 1915.

Certes: De l'emploi des matières colorantes dans l'étude des infusoires vivants. C. R. S. d. Biol. 1884.

—: Sur la glycogenèse chez les infusoires ciliés. C. R. T. XC p. 77.

Cienkowsky, L.: Über Cystenbildungen bei Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 6 1885.

—: Über meinen Beweis für die Generatio primaria. B. de la Classe Phis.-Math. de L'Académie de Sc d. St. Petersbourg No. 390 Bd. XVII 81.

Claparède et Lachmann: Etudes p. 213.

Cohn, A.: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 4 1853 p. 253, Taf. XIII.

—: Über die Cuticula der Infusorien. ibid. Bd. 5 p. 420.

Cunningham: Studien on Soil Protozoa. Zentbl. f. Bakt. Abt. 2 Bd. 39 p. 596.

Davenport a. Neal: On the Acclimatization of Organismus to Poisons Chemical Substances. Arch. f. Entwicklungsmechanik Bd. 2 H. 4 1595.

Doflein: Das System der Protozoen. Arch. f. Protk. Bd. 1 1902.

Engelmann, Th.: Über Fortpflanzung von Epistylus crassicollis. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. X 1860 p. 78.

—: Zur Naturgeschichte der Infusionsthiere. ibid. Bd. XI 1861 p. 47.

Fabre-Domergue, P.: Sur les propriétes dialytiques de la membrane du kyste des infusoires. C. R. 1855 p. 101.

—: Recherches anat. et physiologiques sur les infusoires ciliés. Ann. d. sc. Nat. Bd. 5 1888 a.

Fermor: Die Bedeutung der Encystierung bei Stylonychia pustulata Ehrbg. Zool. Anzeiger Bd. XLII 1913 p. 380.

Fauré-Fremiet, E.: Le Mycterothrix tuamotuensis. Arch. f. Protk. Bd. 20 1910 p. 213.

Goodey, T.: The Excystation of Colpoda cucullus from its resting cyste etc. Proc. R. Soc. London Vol. 86 B p. 427 1913.

—: A Contribution to our knowledge of the Protozoa of the Soil. Ibid. Vol. 84 B p. 165 1911.

—: Investigation on the Protozoa of the Soil.

Haime: Observations sur la métamorph. et sur l'organisation de la Trichoda lynceus. Ann. d. sc. nat. 1853 p. 109.

Ilowaisky, S. A.: Morphologie des Prozesses der Cystenbildung. Russ. Tagbl. zool. Abt. Gesellsch. Antrop. Natur u. Etnogr. N. S. Bd. 2 1915 p. 185.

—: Von der Copulation der Urostyla flavicans W. Ibid. 1916.

—: Zwei neue Arten und Gattungen der Infusorien aus dem Wolgabassin. Arb. Biol. Wolga St. Bd. 6 Nr. 2 1921.



LAUTERBORN: Zwei neue Protozoen aus dem Gebiet des Oberrheins. Zool. Anz. Bd. 21 1898 p. 145.

LINDNER: Die Protozoenkeime im Regenwasser. Biol. Zentralbl. Bd. 19.

MEUNIER, V.: Sur la résistance vit. des kolpodes encystés. Comp. Rend. T. 61 1865 p. 991.

MOUTON: Sur la plasmolyse. C. R. H. d. Sc. d. L. Acad. d. sc. T. 125 1897 p. 407.

PROWAZEK, S.: Kleine Protozoenbeobachtungen. Zool. Anz. Bd. 22 1899 p. 339.

—: Der Encystierungsvorgang bei Dileptus. Arch. f. Protistenk. Bd. 3 1904 p. 64.

PUSCHKAREW, B. M.: Über die Verbreitung der Süßwasserprotozoen durch die Luft. Ibid. Bd. 28 1913 p. 323.

RHUMBLER, L.: Die verschiedenen Cystenbildungen usw. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1888 p. 549.

ZAVADOWSKI, M.: Von lipoide halbdurchlässige Membran des Eies Ascaris megalocephala. Wiss. Tagebl. Russ. Univ. Schaniawski Moskau Bd. 1 H. 1 1915.

SCHNEIDER, A.: Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien. Arch. f. Anat. Jahrg. 1 1854 p. 191.

SOKOLOW, D.: Bildung der sekundären Cysten bei Gastrostyla Steini ENG. Russ. Zool. Journ. Bd. 1 H. 11—12 1917 p. 321.

STEIN: Der Organismus der Infusionsthiere. Abt. 1.

WOKER: Über den Einfluß von Salzlösungen auf Colpodencysten. Arch. ges. Physiol. Bd. 159 p. 312.

Tafelerklärung.

Tafel 5.

Alle Mikrophotographien sind ungefähr 700mal vergrößert.

Fig. 1. Ein normales Exemplar der Cyste von *Stylonychia mytilus*.

Fig. 2. Die Plasmolyse der Cyste von *St. mytilus* im 0,5 m NaCl. Es sind zu sehen: Ectocyste, Entocyste und die Fältchen auf der Oberfläche des zusammengezogenen Plasmas—Intimocyste.

Fig. 3. Die Plasmolyse der Cysten von *St. mytilus* vor der Bildung der Intimocyste. Auf der Oberfläche des Plasmas sind keine Fältchen — Plasma ist nackt.

Fig. 4. Die Ablösung der Intimocyste von dem Protoplasma. Intimocyste hat sich von dem Plasma an einer Stelle als eine Blase abgelöst.

Tafel 6.

Fig. 1. *Pleurotricha lanceolata* ST. Gezeichnet von einem lebenden Objekt 12. Juni 1916 (ZEISS Obj. $^1/_{12}$, Oc. 4; ABBE; 993 ×).

Fig. 2—11. *Stylonychia mytilus* ST. Gezeichnet nach Schnitten, nach SCHAUDINN fixiert, und durch Eisenhämatoxylin nach HEIDENHAIN gefärbt (ZEISS Ob. Ap. 2 mm Co. Oc. 4).

Fig. 1. Die Cyste; a) Ectocyste, b) Entocyste, c) die Zacken der Ectocyste, c. v. = kontraktile Vakuole. Die Ectocyste hat gewöhnlich das Ansehen eines hellen Reifes zwischen dem Protoplasma und der Hülle.

Fig. 2. Das Stadium der Ausscheidung der ersten Hülle; die Vakuolisation der Macronucleus; Micronucleus ohne Veränderung. Die Bildung der Ectocyste aus der tropfenartigen Körnigkeit der peripherischen Schicht des Protoplasmas.

Fig. 3. Die gegenseitige Annäherung der Macronuclei; ihre bemerkbare Dechromatisation. Der Anfang der Bildung der zweiten Hülle.

Fig. 4. Die Bildung der zweiten Hülle aus stäbchenartiger Körnigkeit, welche sich in der äußeren Schicht des Plasmas befindet.

Fig. 5—7. Die einzelnen Stadien der Vereinigung der Macronuclei; die Vergrößerung der tropfenartigen Körnigkeit.

Fig. 8 u. 9. Das Anquellen und Dechromatisation des Macronucleus; das völlige Verschwinden der Körnigkeiten.

Fig. 10. Macronucleus vermindert sich in seinen Dimensionen und ist stärker gefärbt; die Körnigkeit ist ganz verschwunden.

Fig. 11. Eine ganz fertige Cyste. Das Plasma enthält keine Körnigkeit. Macro- und Micronuclei sind intensiv gefärbt.

Beiträge zur Kenntnis der Myxosporidienfauna Brasiliens.

Von

Dr. **Albin Nemeczek** (Wien-Purkersdorf).

Hierzu 17 Textfiguren und Tafel 7.

Einleitung.

Durch die freundliche Intervention des Herrn Prof. Dr. MAX HARTMANN (Berlin-Dahlem) wurde es mir ermöglicht einige Monate am Instituto Oswaldo Cruz in Manguinhos bei Rio de Janeiro Studien über dort einheimische Myxosporidien durchzuführen. Es sei mir an dieser Stelle gestattet sowohl Herrn Prof. Dr. MAX HARTMANN als auch dem derzeitigen Direktor des Institutes OSWALDO CRUZ, Herrn Prof. Dr. CARLOS CHAGAS, ferner Herrn Prof. Dr. ADOLPHO LUTZ, Herrn Sekretär Dr. LEOCADIO CHAVES und all den anderen Herren für die erwiesene großzügige Gastfreundschaft und die vielseitigen Förderungen meiner Studien, den herzlichsten und verbindlichsten Dank auszusprechen.

Die bisher eingehendsten Untersuchungen brasilianischer Fische in bezug auf das Vorkommen von Myxosporidien wurden von den Herrn Dr. ARISTIDES MARQUES DA CUNHA und Dr. O. DA FONSECA durchgeführt. Die genannten Forscher waren so liebenswürdig mir ihre Untersuchungsresultate kurz vor meiner Abreise von Rio de Janeiro schriftlich mitzuteilen. Die Untersuchungen beider Autoren umfaßten eine größere Anzahl von Fischspezies aus der Bai von Rio de Janeiro und den Flüssen Rio Pardo (Matto grosso) und Rio Paraná. Bei der Untersuchung der Fische wurde das Hauptaugenmerk der Gallenblase zugewendet. Da die Arbeiten in portugiesischer

Sprache abgefaßt und in nicht leicht zugänglichen Zeitschriften (Literatur Nr. 1 u. 3) enthalten sind, gebe ich nachstehend eine kurze Übersicht der bezüglichen Ergebnisse.

Infizierte Fischspezies.	Fundort.	Vorgefundene Myxosporidien.
a) Bereits bekannte, von anderen Autoren beschriebene Spezies.		
Scolodion terra-novae (RICHARDSON)	Bai von Rio de Janeiro	*Chloromyxum leydigi* (MINGAZZINI)
Raja agassizi (MUELLER und HENLE)	„	„
Sphyrna tudes (L.)	„	*Ceratomyxa sphaerulosa* (TH.)
b) Neue Spezies.		
Sphyrna tudes (L.)	„	*Chloromyxum sphyrnae* (DA CUNHA et DA FONSECA 1918)

Trophozoit rundlich, Durchmesser 30—40 μ, mit Lobopodienbildung, Ecto- und Entoplasma nicht differenziert. Sporen ovoid mit verschmälertem Vorderende, 15 μ lang, 13 μ breit. Schale gestreift. Streifen vom vorderen Pole nach rückwärts verlaufend und sich voneinander entfernend. Suturalrand gerade. 4 Polkapseln von 4—5 μ Länge. Gallenblase.

Odontaspis americanus (SHAW)	Bai von Rio de Janeiro	*Ceratomyxa curvata* (DA CUNHA et FONSECA 1918)

Trophozoit rundlich, hyalin. Sporen halbmondförmig mit spitzen Enden, welche senkrecht zur Längsachse in entgegengesetzter Richtung gedreht sind. Suturalrand einfach, in dessen Nähe die im entgegengesetzten Sinne gelagerten Polkapseln (Dimensionsangaben fehlen). Gallenblase.

Pseudopimelodus charus (VOL.)[1]	Rio Pardo (Matto grosso)	*Henneguya lutzi* (DA CUNHA et FONSECA 1918)
Syn. „ *zungaro* (HUMB.)	„	„

Trophozoit unbekannt. Sporen ovoid, ein wenig verlängert, ca. 11 μ lang, 7 μ breit, Appendix etwa doppelt so lang als der eigentliche Sporenkörper. Polkapseln birnförmig, manchmal etwas

[1]) Einheimischer Name Pacú.

verlängert, 6—7 μ lang. Jodophile Vakuole 3 μ im Durchmesser. Nur in einem Wirtsexemplare gefunden. Sitz des Parasiten nicht angegeben.

Hippocampus punctulatus (GUICH.)	Bai von Rio de Janeiro	*Ceratomyxa hippocampi* (DA CUNHO et FONSECA 1918)

Trophozoit rundlich und hyalin; selten feststellbar, meist nur die Sporen, diese aber in großer Anzahl vorhanden. Sporen halbmondförmig mit abgestumpften Enden. Länge 25 μ, Querdurchmesser vom Suturalrande 7 μ. Suturalrand einfach, Polkapseln diesem angelagert. Polfäden sehr lang, ca. 60 μ, meist doppelt so lang als die Länge der Sporen. Sitz des Parasiten nicht angegeben.

Bairdiella ronchus (CUV. et VAL.)	Bai von Rio de Janeiro Jlha grande	*Myxidium striatum* (DA CUNHA et FONSECA 1917)
Cynoscyon leiarchus (CUV. et VAL.)	„	„
Menticirrhus americanus (LINN.)	„	(1, 2)

Trophozoit rundlich, farblos, von verschiedenem, jedoch höchstens 16 μ erreichendem Durchmesser. Entoplasma granuliert, Ectoplasma nur in den Pseudopodien sichtbar, welche fingerförmig gestaltet und radiär angeordnet sind. Es werden nur 2 Sporen gebildet. Sporen mehr oder weniger elliptisch, 10—14 μ breit und 6—8 μ lang. Schalenoberfläche mit feinen, der Suturalebene parallel verlaufenden Streifen bedeckt, Suturalebene schief. Schalenhälften in bezug auf die Suturalebene nicht symmetrisch angeordnet, da ein verdickter Schalenteil mit einem verdünnten korrespondiert. Polkapseln ovoid, 4 μ lang, in der Längsachse im entgegengesetzten Sinne angeordnet. Polfaden ca. 30 μ lang. Gallenblase.

c) Unbestimmte Spezies.

Micropogon opercularis (QY et GMRD.)	Bai von Rio de Janeiro	*Myxidium spec.*
Cynoscyon leiarchus (CUV. et VAL.)	„	„ „
Prionace glauca (L.)?	„	Gen?
Epinephelus microlepis (ODE et BEAN)	„	„
Sardinella anchovia	„	„

Ferner sei hier noch angeführt:

Chilomycterus spinosus (L.) [1] *Coccomyxa claviforme* (da Cunha et da Fonseca) (3)

Trophozoit rundlich und klein, Sporen keulenförmig mit längerem Fortsatz am vorderen Ende, doppelt konturierter Membran, großer elliptischer Polkapel von 6 μ Länge. Sporenlänge 14 μ, größte Breite 6 μ. Gallenblase.

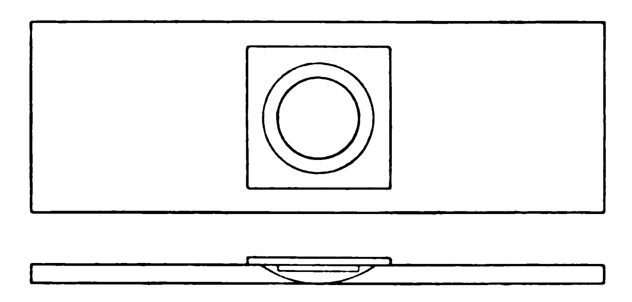
Eigene Befunde.

Ungeachtet der reichlichen Menge des in Manguinhos zur Verfügung gestellten Materials wurde nur eine relativ geringe Anzahl von Meeres- bzw. Brackwasserfischen infiziert gefunden. Häufiger — jedoch durchaus hinter den europäischen Prozentsätzen zurückbleibend — waren die positiven Befunde bei Süßwasserfischen aus dem Rio São Francisco und dessen Nebenflüssen in der Gegend von Pirapore und Lassance (Minas Geraes), etwa 1000 km von Rio de Janeiro entfernt. Anuren aus der Umgebung von Manguinhos erwiesen sich verhältnismäßig häufig von Myxosporidien befallen.

Technik. Mit einer Ausnahme wurden alle Untersuchungen am lebensfrischen Materiale vorgenommen. Bei länger andauernden Untersuchungen verwendete ich mit großem Vorteil eine feuchte Kammer, welche abweichend von den bisherigen Anwendungsmethoden eine Beobachtung gestattete, bei welcher die Objekte infolge aktiver oder passiver Tiefenbewegungen niemals aus der Einstellungsebene verschwinden können, sondern stets in derselben verbleiben. Das bezügliche Verfahren ist sehr einfach. Bei einer gewöhnlichen feuchten Kammer z. B. einer solchen mit eingeschliffener Kugelkalotte, wird der Rand mit Vaseline bestrichen und auf diesen eine Kombination von 2 Deckgläsern aufgelegt. Eines derselben ist viereckig und besitzt eine Seitenlänge von ca. 18 mm. Auf dieses wird das zu untersuchende Objekt gebracht und letzteres mit einem zweiten runden Deckglase von ca. 10 mm Durchmesser bedeckt. Nun werden beide Deckgläser derart auf den eingefetteten Rand der feuchten Kammer luftdicht aufgebracht, daß das runde Deckglas nach unten gerichtet ist und den Rand der Kalotte nicht berührt. Die nachfolgende Skizze wird diese Einrichtung deutlicher erscheinen lassen. Diese feuchte Kammer kann natürlich durch eine

[1] Einheimischer Name: Baiacu des espinhos.

entsprechende Adaptierung auch als Gaskammer Verwendung finden. Für spätere Untersuchungen wurde die Fixierung der Objekte mit Sublimat-Alkohol nach Schaudinn vorgenommen. Als Färbemittel für native Präparate wurde ausschließlich Neutralrot verwendet, für die konservierten Methylenblau, Hämatein Ehrlich-Friedländer, Mallory's Färbung und einige andere im Texte erwähnte Farbstoffe.



Textfig. A. Feuchte Kammer, welche infolge der Deckglasanordnung ein Verschwinden des Objektes aus der optischen Ebene verhindert.

1. *Henneguya occulta* spec. nov.

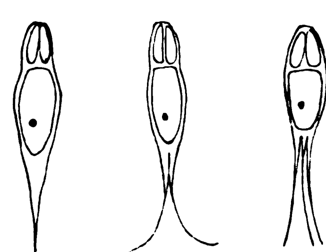
Zu Beginn meiner Untersuchungen machte mich Herr Prof. Dr. Lutz auf das Vorkommen einer *Henneguya*-Spezies auf den Kiemen einer *Loricaria*-Art (einheimischer Name Tamboató) aufmerksam.

Trophozoit. Makroskopisch sind an den Kiemen weder Cysten noch sonstige Veränderungen wahrnehmbar. Die Anwesenheit des Myxosporids kann nur durch Abschaben der Kiemen vermittels eines Skalpells und Untersuchung des so erhaltenen Materials festgestellt werden. Mikroskopisch konnte nur in einem Falle die Gegenwart einer am distalen Ende eines Kiemenblättchens gelegenen, durchsichtigen, vom Epithel bedeckten Cyste von annähernd kugeliger Gestalt festgestellt werden, deren Durchmesser sich auf 75 μ belief und nur wenige Sporen enthielt.

Sporen. Sie zeigen am nativen Präparate eine typische *Henneguya*-Gestalt von etwas gedrungener Form. Sie sind jedoch nicht ganz einheitlich gestaltet. Das Vorderende erscheint abgestumpft, häufig in der Gegend des hinteren Polkapselendes eingeschnürt. Der folgende, den Amöboidkeim enthaltende Abschnitt ist breitspindelförmig. Er verschmälert sich nach rückwärts dornförmig. Der Schwanzanhang ist einfach oder gespalten. Im letzteren Falle beginnt die Spaltung entweder bereits am Schalenende oder betrifft nur die Endspitze. Die Spaltung selbst kann wieder einfach oder

zweifach sein, so daß zwei oder drei Schwanzfortsätze vorhanden sind (Textfig. B, C, D).

Dimensionen. Gesamtlänge 36—46 μ (extrem 50 μ), hiervon entfallen auf den eigentlichen Sporenkörper (ohne Appendix) ca. 16 μ (extrem 20 μ), auf den Appendix ca. 20 μ. Der größte Breiten- und Dickendurchmesser beträgt 8 μ (extrem 10 μ), die Länge der Polkapsel 8 μ, jene des Polfadens ca. 17 μ.



Textfig. B. Textfig. C. Textfig. D.

Textfig. B, C, D. *Henneguya occulta* mit einfachem, dornförmigen (B), doppeltem (C) und dreifachem Schwanzanhang (D).

Wenngleich diese Myxosporidienart ziemlich häufig vorkommt, so ist dennoch die Anzahl der im infizierten Individuum vorgefundenen Myxosporidien stets nur eine geringe.

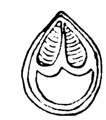
Vorkommen: Rio de Janeiro.

2. *Myxobolus associatus* spec. nov. Aus der Niere von *Leporinus mormyrops* Steind. (Einheimischer Name Piáu.)

Trophozoit. Cysten rundlich oder oval, im ersteren Falle mit einem Durchmesser von 80 μ, im letzteren von 60 : 70 μ. Sie wurden nur an Zupfpräparaten gefunden.

Sporen oval, mitunter am Vorderende spitz zulaufend. Schale glatt. Suturalrand in der Polkapselebene verlaufend und ebenfalls glatt (Textfig. E, F).





Textfig. E. Textfig. F.
Myxobolus associatus, mit zweifach gestaltetem Vorderende.

Dimensionen. Länge 15 μ, größter Suturaldurchmesser 10 μ. Polkapseln birnförmig, dicht aneinander gelagert, 7 μ lang.

Fundort: Rio São Gonçalo das Tabocas[1]). Nähe von Lassance, Minas geraes.

Diese *Myxobolus*-Spezies wurde stets gemeinsam mit der nachfolgenden *Henneguya*-Spezies vorgefunden.

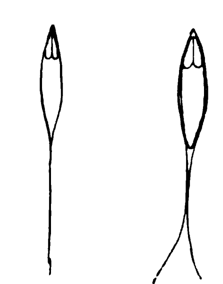
3. *Henneguya leporini* spec. nov. Wirt und Vorkommen wie bei der sub 2 bezeichneten *Myxobolus*-Spezies.

Trophozoit. In einem Falle wurde im Harnleiter eine fingerförmig in drei Lappen gespaltene Cyste vorgefunden. Die Einzellappen waren 30—40 μ breit und doppelt so lang.

[1]) Ein Nebenfluß des Rio das Velhas, welcher sich in den Rio São Francisco ergießt.

Sporen spindelförmig, Sporenkörper 13—15 μ lang, 5 μ breit. Schwanzanhang 15—18 μ lang, einfach oder gespalten (Textfig. G, H). Gesamtlänge 28—33 μ. **Polkapseln** 5—8 μ lang.

Die erwähnte Tatsache, daß diese *Henneguya*-Spezies sich stets mit der vorbeschriebenen *Myxobolus*-Spezies gemeinsam vorfindet, bildet ein Gegenstück zu dem von mir gemachten Befunde, daß in den Cysten von *Myxobolus rotundus* stets Formen vom *Henneguya*-Typus zu finden sind. Die in der bezüglichen Arbeit (6) auf p. 158 abgebildeten Figuren sind so auffallend gestaltet, daß sich ROKUSABURO KUDO (2, p. 169) veranlaßt fand, diese gemeinsam mit *Myxobolus rotundus* in **einer** Cyste vorkommende Form als besondere *Henneguya*-Spezies aufzunehmen. In dem sub 2 und 3 beschriebenen Falle konnte jedoch dieses gemeinsame Vorkommen in **einer** Cyste **nicht** einwandsfrei festgestellt werden, da der einzige vorgefundene Trophozoit bei der weiteren Untersuchung unbrauchbar wurde. Ich hoffe jedoch, daß meine in dieser Hinsicht fortgeführten Untersuchungen Klarheit bringen werden.

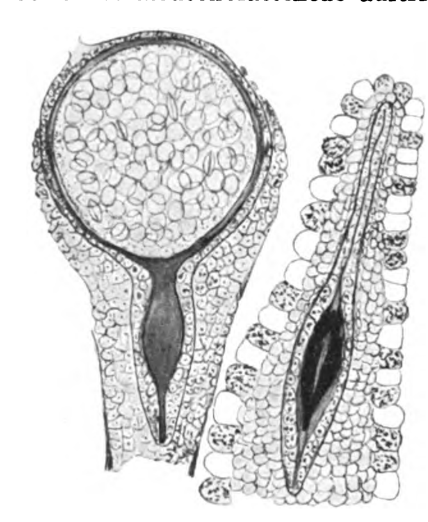


Textfig. G. Textfig. H.
Henneguyal eporini mit einfachem und gespaltenem Schwanzanhange.

4. *Myxobolus chondrophilus* spec. nov.

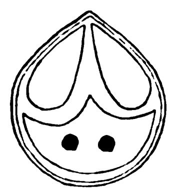
Das bezügliche Material wurde von Herrn Prof. Dr. A. LUTZ gesammelt und nach Fixierung in Sublimat-Alkohol mir nach Europa übersendet. Der Parasit findet sich auf den Kiemen von *Sardinella anchovina* (einheimischer Name Sardenha verdadeira), woselbst er weiß gefärbte, kugelige Cysten von 125 μ bis 1 mm bildet. Diese Cysten finden sich jedoch nur am Reusenapparat der Kiemen vor (Taf. 7 Fig. 1). Seine Prädilektionsstelle ist der knorpelige Zentralteil der blättchenförmigen Anhänge, und zwar wie aus Textfig. J zu ersehen ist, der Übergangsteil vom knorpeligen Randstabe zu dem im optischen Querschnitte fadenförmig erscheinenden Knorpel des Reusenblättchens. Letzterer wird durch das allmähliche Wachstum des Parasiten kugelförmig aufgetrieben und zeigt am Durchschnitte alle histologischen Einheiten, aus welchen auch die Reusenblättchen zusammengesetzt sind. Bei Anwendung der MALLORY-Färbung sind diese Details besonders deutlich erkennbar. Zum Vergleiche und zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse ist in derselben Textfigur neben dem infizierten Blättchen ein normales abgebildet. An ersterem sieht man, daß der sporulierende Trophozoit

ohne eine eigene Membran zu bilden dem Knorpelgewebe unmittelbar anliegt, welches ihn als eine mit dem Perichondrium versehene, zarte, knorpelige Kapsel umgibt, welcher streckenweise noch das Epithel anliegt. Aus der geschilderten anatomisch-histologischen Zusammensetzung ergibt sich, daß der Parasit immer nur an einer Seite des Reusenblättchens auftritt.

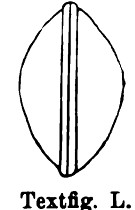


Textfig. J. Links Schnitt durch ein mit *Myxobolus chondrophilus* infiziertes, rechts durch ein normales Reusenblättchen.

S p o r e n. Sie sind rundlich gestaltet, am vorderen Ende etwas zugespitzt und 6 μ lang. Der breiteste Suturaldurchmesser beträgt 4,5 μ. Vom Suturalrande gesehen erscheinen sie linsenförmig mit einem bivalvären (Dicken-) Durchmesser von 3,5 μ.



Textfig. K.



Textfig. L.

Textfig. K, L. Sporen von *Myxobolus chondrophilus* in Flächen- und Seitenansicht.

Nahtebene in der Polkapselebene gelegen. Nahtränder gewulstet (Textfig. K, L).

P o l k a p s e l n bedeutend entwickelt, birnförmig, 3 μ lang. Polfadenlänge war nicht feststellbar. Amöboidkeim 1—2 kernig.

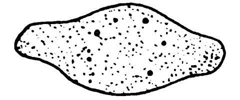
V o r k o m m e n: Rio de Janeiro.

5. *Leptotheca chagasi* spec. nov.

Im Verlaufe von Untersuchungen über das Vorkommen von *Sphaeromyxa immersa* THÉLOHAN (*Cystodiscus immersus* LUTZ) in der Gallenblase von *Leptodactylus* (*Cystognathus*) *ocellatus* wurden auch die Nieren in bezug auf das Vorkommen von Sporozoen mit einbezogen. In diesem Organ fand sich — jedoch nur in Exemplaren, welche nicht von *Sphaeromyxa immersa* befallen waren — ein Myxosporid vor, welches ich zu Ehren des Direktors des Instituts Oswaldo Cruz, Herrn Prof. Dr. CARLOS CHAGAS als *Leptotheca* (*Wardia*) *chagasi* spec. nov. benannt habe.

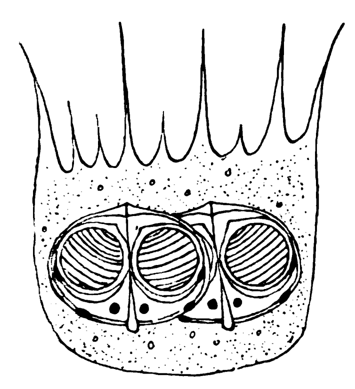
Vorkommen: Sitz des Parasiten sind die Nierenkanälchen von *Leptodactylus ocellatus*.

Trophozoit. Die jüngsten, sporenlosen Formen sind annähernd oval, jedoch von unregelmäßiger, amöboider Gestalt (Textfig. M).

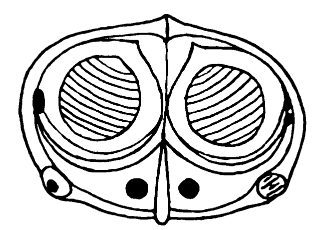


Textfig. M. *Leptotheca chagasi*.
Sporenloser Trophozoit von amöboider Gestalt.

Der größte beobachtete Durchmesser belief sich auf 20 μ, der kleinste auf 10 μ. Erwachsene, bereits sporulierende Formen sind rundlich, oval oder bananenförmig gestaltet, mit einem Längendurchmesser von 20—30 μ, ausnahmsweise bis 150 μ und einem Querdurchmesser von 15 μ, ausnahmsweise von 45 μ (einschließlich der Pseudopodiengrenze). Sporenhaltende Trophozoiten zeigen — sofern sie sich nicht durch ihr zahlreiches Vorkommen gegenseitig abplatten — bis zu etwa zwei Dritteilen ihres Körperumfanges eine glatte Begrenzungsfläche, während der verbleibende Teil 10—15 μ lange entweder stachelige oder fadenförmige, starre Pseudopodien zeigt. Hierdurch erhält der Parasit ein ganz charakteristisches kammförmiges Aussehen (Textfig. N). Das Protoplasma des Trophozoiten erscheint granuliert und von stark lichtbrechenden Körnern durchsetzt. Ecto- und Entoplasma ist nicht genau unterscheidbar, doch erscheinen die Pseudopodien hyalin.



Textfig. N. *Leptotheca chagasi*.
Trophozoit mit 2 Sporen und starren Pseudopodien.

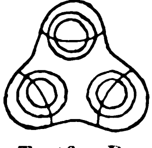


Textfig. O. *Leptotheca chagasi*.
Reife Spore. Die dickwandige Polkapsel und die Polkapselscheide deutlich sichtbar. Der rechte Schalenzellkern läßt 4 Chromosomen erkennen, von welchen 2 länger und 2 kürzer sind.

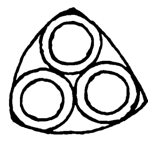
Sporen. Sie finden sich stets nur zu zweien vor und sind elliptisch gestaltet. Schale: Größter, senkrecht zur Suturalebene stehender (bivalvärer) Durchmesser 15 μ. Länge in der Suturalebene

gemessen 10—11 μ. Die Schale ist glatt. Jede Schalenhälfte bildet am vorderen Ende des Suturalrandes zwischen den Polkapseln eine hufnagelartige Verdickung, welche mit der planen Nagelfläche der Gegenseite aneinander stößt (Textfig. O). Der Suturalrand verläuft zwischen den beiden Polkapseln und bildet, sich gegen das hintere Ende allmählich verdickend, eine Art knopfförmiges Schloß.

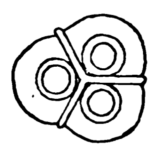
Polkapseln. Ihre Anzahl beträgt gewöhnlich zwei, doch finden sich häufig auch drei oder nur eine. Tricapsuläre Sporen sind stets triangulär gestaltet und es finden sich entweder drei Suturalnähte vor, welche am Vorderende unter einem Winkel von 120° zusammenstoßen (Textfig. P, Q, R) oder drei bogenförmig gekrümmte, über die Mitte der Polkapseln hinwegziehende feine Nähte, wobei die Polkapseln an den Ecken knotenförmig hervorragen oder endlich zeigt die Spore bogenförmig gekrümmte Seitenflächen.




Textfig. P.



Textfig. Q.



Textfig. R.

Textfig. P, Q, R. Dreikapselige Sporen verschiedener Gestalt.

Im letzteren Falle konnten die Suturalnähte nicht einwandfrei nachgewiesen werden. Die einkapseligen Formen sind eiförmig.

Die Polkapseln selbst sind mächtig entwickelt, kugelig gestaltet, in der Gegend der Polfadenöffnung etwas zugespitzt und dicht aneinander gelagert. Sie nehmen mehr als die Hälfte des Sporenkörpers ein. Ihr Durchmesser beträgt 8—8,5 μ. Sie sind dickwandig und in einer deutlich nachweisbaren Polkapselscheide eingeschlossen. Erwähnenswert ist das Verhalten der Sporen bzw. ihrer Komponenten gegenüber verschiedenen Anilinfarben. Bei Anwendung einer verdünnten Neutralrotlösung erscheinen die Schale und der Amöboidkeim leuchtend rot, die Polkapseln und ihre Scheide aber nahezu schwarz (Taf. 7 Fig 2). Rücksichtlich anderer Anilinfarben zeigen sich die Sporenschalen ausgesprochen erythrophil. Diese Eigenschaft hat bereits OHLMACHER (4, 5) für *Leptotheca* (*Wardia*) *ohlmacheri* GURL. festgestellt. Werden infizierte Nierenschnitte mit Hämatein EHRLICH-FRIEDLÄNDER oder HEIDENHAIN E.-H. gefärbt und dann mit Säurefuchsin oder Safranin behandelt, so erscheinen inmitten des dunkel gefärbten Nierengewebes die reifen Sporen leuchtend rot, während ihre Kerne bzw. Chromosomen

schwarzblau gefärbt erscheinen (Taf. 7 Fig. 3). Diese Erythrophilie erscheint auch entwicklungsgeschichtlich interessant. Während der Pansporoblast zu Beginn der Bildung der Sporenkomponenten für rote Anilinfarben wenig oder nicht empfänglich ist, zeigt sich bei Anlage der Polkapseln, welche in der Entwicklungsanlage als erste allen übrigen Sporenzellen vorauseilen, bereits die beginnende Erythrophilie, welche sich erst später auf die Schalenzellen ausbreitet. Die Polfäden erscheinen in etwa 10 Windungen in den Polkapseln aufgerollt und erreichen im ausgestülpten Zustande eine Länge von 40—70 μ. Das Ausstoßen der Polfäden erfolgt in zweifacher Weise. Entweder tritt der Polfaden in gewöhnlicher Art bei geschlossenen Schalenhälften durch die Schale hindurch aus oder — was häufiger der Fall ist — die beiden Schalenhälften trennen sich vorne in der Suturalnaht von einander und klappen sich muschelförmig weit auf, wobei sie mit dem rückwärts befindlichen „Schlosse" beisammenhängen. Im letzteren Falle treten sodann die Polkapseln aus der Polkapselscheide heraus, verlassen die Schale, schwellen ungemein an — wobei sie in einzelnen beobachteten Fällen das Doppelte des ursprünglichen Durchmessers erreichen können — und stoßen dann erst die Polfäden aus. Die Polkapselscheide bleibt im geschrumpften Zustande zurück (Taf. 7 Fig. 2). Diese auffallende und eigenartige Ausstoßung der Polkapseln fiel bereits OHLMACHER auf (4, 5). Gleichzeitig mit Ausstoßen des Polfadens aus der ausgetretenen Polkapsel werden aus letzterer raketenartig Flüssigkeitstropfen herausgeschleudert, von welchen in Taf. 7 Fig. 2 ein noch in der Nähe des Fadens befindlicher sichtbar ist. Diese Tropfen zeigen dasselbe färberische Verhalten wie die Polkapsel. Vermutlich handelt es sich um ein Sekret der letzteren. Diese Sekretexpulsion beobachtet man auch bei unseren einheimischen Myxosporidien (*Myxobolus*). Sie ist mir bereits seit vielen Jahren bekannt. Ich fand sie am schönsten bei Sporen von *Myxobolus rotundus* NEM., welche frisch luftgetrocknet waren und nach Aufbringung eines Tropfens verdünnter Lösung von LÖFFLER'schem Methylenblau sowie nach Bedeckung mit einem Deckglase sofort untersucht wurden. Obwohl die Bedeutung dieser wie ich vermute sekretorischer Vorgänge nicht klar ist, erscheint es dennoch nicht ausgeschlossen, daß sie chemotaktischen Zwecken dienen.

Die Infekttion dürfte höchstwahrscheinlich im Kaulquappenstadium stattfinden. Die multiplikative Fortpflanzung erfolgt möglicherweise, die propagative sicher im erwachsenen Tiere. Die vorgefundenen Entwicklungsstadien zeigten gegenüber bereits bekannten

Tatsachen keine bemerkenswerten Unterschiede. Die Zahl der Chromosomen, welche stäbchenförmig gestaltet sind, konnte nur an den Schalenzellen festgestellt werden. Sie betrug vier, also ebensoviele wie ich sie bei *Zschokkella rovignensis* (7) feststellen konnte. Von diesen sind alternierend eines etwa doppelt so lang wie das andere (Textfig. O).

Die pathologische Bedeutung dieser Myxosporidienspezies scheint kaum erheblich zu sein, obwohl in einzelnen Nierenabschnitten die Harnkanälchen mitunter von diesen Parasiten vollgepfropft erscheinen. Ihre Verbreitung dürfte eine nur engbegrenzte sein. Ich fand sie nur in *Leptodactylus*-Exemplaren aus der Umgebung von Manguinhos bei Rio de Janeiro. Herr Prof. Dr. Lutz teilte mir brieflich mit, daß er nach meiner Abreise zahlreiche Exemplare von *Leptodactylus* aus anderen Fundorten untersucht hatte, ohne Myxosporidien in den Nieren zu finden, während der sonst so verbreitete *Cystodiscus* in der Umgebung von Manguinhos nie gefunden wurde.

Vorläufige Mitteilungen bezüglich anderer parasitärer Protozoen.

Als wichtigste Feststellung in tiergeographischer Beziehung ist hervorzuheben, daß Opalinen bei Anuren vollkommen fehlen. An ihre Stelle treten ciliate Infusorien von ganz bedeutender Größe. In Oligochäten nicht näher bestimmter Art (einheimischer Name: minhoca = Regenwurm) fanden sich in den Testikeln zahlreiche monocystide Greganinen vor. Auf den Kiemen von *Loricaria*-arten wurden häufig Cyclochätenspezies angetroffen. Diese letzteren werden im Zusammenhange mit Beobachtungen, welche an einheimischen Fischen in der Lunzer biologischen Station gemacht wurden, besonders behandelt werden.

Schließlich möge nicht unerwähnt bleiben die erstaunliche Fülle von Hypermastiginen bei den verschiedenen Termitenspezies und das häufige Vorkommen von Trypanosomenarten bei kalt- und warmblütigen Wirbeltieren.

Literaturverzeichnis.

1) Brazil Medico: Rio de Janeiro. 22. September 1917 Jhg. 31 No. 38 p. 321.
2) Kudo Rokusaburo: Studies on Myxosporidia. Illinois Biological Monographs. Vol. 5 No. 3 u. 4 p. 116.
3) Brazil Medico: Rio de Janeiro. 15. März 1919 Jhg. 33 No. 11 p. 81.
4) Ohlmacher: Journ. Amer. Med. Assoc. Vol. 20 1893 p. 561—67.
5) R. R. Gurly: The Myxosporidia. Washington 1894 p. 267—272.
6) Albin Nemeczek: Beiträge zur Kenntnis der Myxo- und Microsporidien der Fische. Arch. f. Protk. Bd. 22 1911 p. 143—169.
7) —: Über Zschokella rovignensis spec. nov. Arch. f. Protk. Bd. 45 Heft 3 p. 390—400.

Tafelerklärung.

Tafel 7.

Fig. 1. *Myxobolus chondrophilus* Kiemen von *Sardinella auchovina*, in 2facher Vergrößerung. Die Cysten am Reusenapparate deutlich sichtbar.

Fig. 2. *Leptotheca chagasi*. Spore mit Neutralrot gefärbt, muschelförmig geöffnet, eine Polkapsel entlassend. Polkapsel und Polkapselscheide schwarzblau gefärbt. Die Sporenschale erscheint leuchtend rot. Die ausgetretene Polkapsel hat den Polfaden ausgestoßen, an seiner Ursprungstelle ein kugelförmiger, schwarzblau gefärbter Sekrettropfen sichtbar. Die linke Polkapselscheide, aus welcher die Polkapsel ausgetreten ist, bleibt im geschrumpften Zustand zurück.

Fig. 3. Desgl. Nierendurchschnitt von *Leptodactylus ocellatus*. Ehrlich E. H. und Säurefuchsinfärbung. In den Nierenkanälchen 1—3 Trophozoiten, welche teils in Entwicklung begriffen sind, teils fertige Sporen enthalten. Links oben ein Trophozoit mit starren Pseudopodien. Rechts oben ein Trophozoit mit einer eiförmigen, einkapseligen Spore.

Kleinere Mitteilungen.

Einige neue Vertreter der Gattung *Euglena* Ehrbg.

Mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen.

Von

Felix Mainx (Prag).

(Hierzu 4 Textfiguren und Tafel 8.)

Im Verlaufe von Untersuchungen über die Ernährungsphysiologie verschiedener Eugleninen wurde die Euglenenflora größerer und kleinerer Gewässer in der Umgebung von Hirschberg in Böhmen und Prag eingehend beobachtet. Dabei fanden sich einige Arten, die mit keiner der bisher gegebenen Diagnosen übereinstimmen und im folgenden als neue Arten beschrieben werden sollen. Sie konnten — bis auf zwei Arten — in künstlicher Kultur fortgezüchtet werden, so daß eine eingehende Beobachtung von lebendem und fixiertem Material möglich war. Auch bei den zwei Arten, bei denen die Reinkultur nicht gelang, wurde wiederholt reichliches Material zur Untersuchung herangezogen und Färbungen an fixierten Proben ausgeführt. Nur auf diese Weise ist es möglich eine zureichende Artbeschreibung zu geben. Die Artcharaktere zeigen nämlich bei Euglenen in verschiedenen physiologischen Zuständen oft so weitgehende Abweichungen von der Norm, daß die Beobachtung einzelner Individuen, ja sogar die Auswertung eines einzelnen, wenn auch reichlichen Materials nicht genügt, um die Eigentümlichkeiten der Art genügend zu kennzeichnen. Besonders die Chromatophoren erweisen sich Einflüssen der Außenwelt gegenüber als ziemlich unbeständig, ebenso ist die Menge, Form und Größe der Paramylonkörner naturgemäß je nach dem Zustand der Ernährung verschieden. Die Teilung

im beweglichen bzw. im Ruhezustand, die früher oft als charakteristisches Artmerkmal angeführt wurde, tritt bei den meisten Arten als gleichwertige Form der Vermehrung nebeneinander auf, je nach den Außenbedingungen kommt es zur Teilung beweglicher oder unbeweglicher abgerundeter Zellen.

Für die Fixierung von Euglenen bewährte sich Chromessigsäure, zur Kernfärbung wurde nach PETERSCHILKA (1922) modifiziertes Weigert-Hämatoxylin verwendet. Dieses hat den Vorteil, die Chromatophoren gar nicht, die Pyrenoide nur wenig, den Kern dagegen sehr schön auszufärben, während die Chromatophoren der Euglenen bei Verwendung anderer Hämatoxylinfärbungen den Farbstoff so stark festhalten, daß der Kern von ihnen verdeckt wird. Zum genaueren Studium der Chromatophoren und Pyrenoide wurde durch 24 Stunden mit wässriger S-Fuchsinlösung gefärbt. Das Material wurde mittels der Zentrifuge durch die Lösungen und die Stufen der Alkoholreihe geführt. Zur Darstellung der Geißel wurde das lebende Material mit verdünnter Jodjodkaliumlösung behandelt.

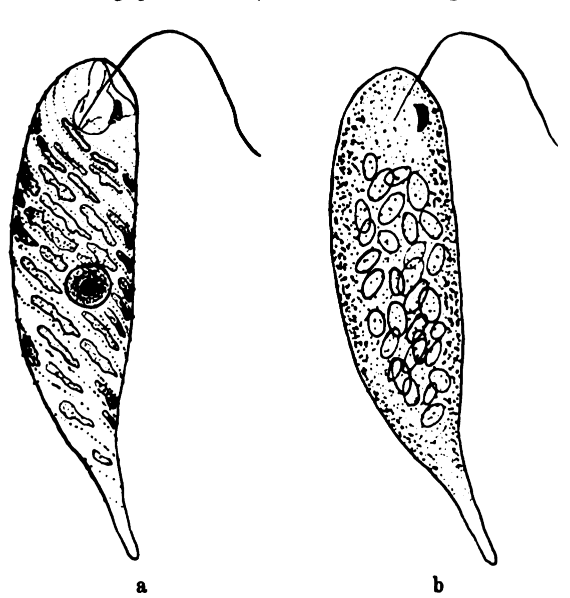
An den neuen Euglenenarten wurden unter anderem Beobachtungen über die Schleimbildung angestellt, die besonders hervorgehoben seien. Sehr viele Euglenenarten scheiden unter bestimmten Außenbedingungen an ihrer Körperoberfläche Schleim aus, der sich leicht mit Methylenblau oder Jod nachweisen läßt. *Euglena oblonga* SCHMITZ, die neue Art *E. mucifera*, sowie *E. viridis* EHRBG. var. *mucosa* LEMM. sind sogar im schwärmenden Zustand meist von einer dicken Scheimhülle umgeben. Verschiedene physikalische oder chemische Reize veranlassen auch Euglenen, die normalerweise keine Schleimhülle besitzen, zur Absonderung von Schleim. So kann man durch Zusatz von stark verdünnten Jodlösungen und stark verdünnten Säuren, auch durch den bloßen Druck des Deckglases bei hüllenlosen Individuen von *Euglena mucifera* nov. spec. sofort die Ausscheidung der Schleimhülle hervorrufen, ebenso gelingt dies leicht bei den großen Arten *E. spirogyra* EHRBG., *E. fusca* LEMM. und *E. sanguinea* EHRBG. Alle diese Arten besitzen die in spiraligen Reihen angeordneten Höcker der Pellicula, die ein verbreitetes Merkmal der Euglenen sind, in besonders guter Ausbildung. Es zeigt sich nun, daß der Scheim nicht homogen an der ganzen Körperoberfläche ausgeschieden wird, sondern daß die ersten feststellbaren Mengen des Schleims in Form kleiner distinkter Tröpfchen an der Oberfläche des Körpers erscheinen, ganz entsprechend der Anordnung der Höcker auf der Pellicula. Fig. 1 zeigt den Beginn der Schleimausscheidung bei *E. mucifera* n. sp. nach Reizung mit Jod, Fig. 2

dieselbe Erscheinung bei *E. spirogyra* Ehrbg. Die letztere Aufnahme hat mir Herr Prof. E. G. Pringsheim in entgegenkommender Weise zur Verfügung gestellt, dem auch für die sonstige Förderung dieser Untersuchung gedankt sei. Es ist die Annahme wohl nicht unberechtigt, daß die Höcker der Pellicula Organellen für die Ausscheidung des Schleimes darstellen. Bei *E. mucifera* n. sp. ließen sich auch sehr kleine glashelle Zäpfchen nachweisen, die eine auf die Körperoberfläche senkrecht stehende Fortsetzung des Höckers in das Körperinnere darstellen und besonders in alten Kulturen deutlich zu beobachten sind, in denen die Euglenen reichlich Schleim produzieren. Wir kennen solche Trichocysten-artige Organellen von Infusorien, wie überhaupt die Euglenen durch ihren komplizierten Kernbau, die eiweißreiche Pellicula, die metabolische Bewegungsart und andere Merkmale einer ziemlich komplizierten Organisation vielfach Analogien zu den Infusorien aufweisen. Die einzelnen Schleimtröpfchen sind bei unseren Euglenen jedoch nur im Anfangsstadium der Ausscheidung zu unterscheiden; werden die Schleimhüllen dicker, so verschmelzen sie miteinander zu einer ungeschichteten Masse, die nur noch andeutungsweise eine radiäre Struktur erkennen läßt, entsprechend der Art ihrer Ausscheidung aus den Pelliculahöckern (Fig. 3, 4).

Die ersten beiden der neu zu beschreibenden Arten stammen aus dem „Musikantenteich“ bei Hirschberg i. B., einem Standort, der einen ganz ungewöhnlich großen Reichtum an verschiedenen Algenformen aufweist. Die Ursachen für die Entstehung dieser reichen Mikroflora liegen wohl in den Veränderungen, die dieses Gewässer im Laufe seiner jüngsten Entwicklung durchgemacht hat. Ehemals war der „Musikantenteich“ eine flache Grundwasseransammlung über kalkarmem Sandstein, die unter Moorbildung verlandete und durch Senkung des Grundwasserspiegels in eine Sumpfwiese verwandelt wurde. Vor ungefähr 30—40 Jahren wurde zum Zwecke der Fischzucht ein System von Gräben angelegt, in denen sich das Grundwasser sammelte, das durch Anziehung eines benachbarten Teiches wieder gestiegen war. Einer dieser Gräben steht mit den anderen nicht in Kommunikation, trocknet während des Sommers oft teilweise aus und ist mit Sphagnum reich bewachsen, während die anderen eine Wassertiefe von $^1/_2$—$1^1/_2$ Meter aufweisen und mit Fischen besetzt sind. Eine Endpartie des abgeschlossenen Grabens liegt am Rande eines Mischwaldes, so daß das Wasser dort beschattet und durch abgefallene Blätter mit verwesenden organischen Stoffen angereichert ist. In den verschiedenen Teilen dieses ab-

geschlossenen Grabens bestehen also verschiedene ökologische Bedingungen und demgemäß herrschen auch verschiedene Algenformen in ihnen vor. In diesem einen Graben wurden allein 13 Euglenenarten festgestellt und zwar *Euglena gracilis* Klebs, *E. intermedia* Schmitz var. *Klebsii* Lemm., *E. sanguinea* Ehrbg., *E. splendens* Dang., *E. purpurea* nov. spec., *E. pisciformis* Klebs, *E. velata* Klebs, ferner vereinzelt *E. olivacea* Schmitz, *E. acus* Ehrbg., *E. oxyuris* Schmarda, *E. spirogyra* Ehrbg., *E. viridis* Ehrbg., und *E. deses* Ehrbg.

Euglena purpurea nov. spec. Die Gestalt des Körpers im ausgestreckten Zustande ist langcylindrisch, vorn breit abgerundet, hinten allmählich in eine lange Spitze ausgezogen, die Größe 170—190 μ in der Länge, 40—50 μ in der Breite. Hie und da findet man auch kleinere Individuen, die wahrscheinlich gerade aus einer Teilung hervorgegangen und noch nicht zur normalen Körpergröße herangewachsen sind. Die Oberfläche der dicken Pellicula ist mit deutlichen Höckern bedeckt, die in spiralig verlaufenden Reihen angeordnet sind. Der vorderste Abschnitt des Körpers, sowie die



Textfig. A. *Euglena purpurea* n. sp.
a) Pelliculastrukturen, Chromatophoren und Zellkern, Membrantrichter.
b) Hämochromtröpfchen und Paramylon.

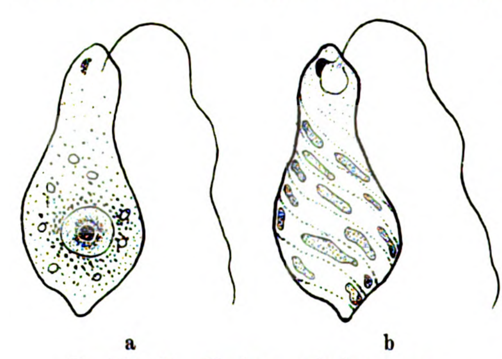
äußerste Endspitze werden von den Höckerreihen freigelassen, in der Mitte sind sie dichter (in Textfig. A a ist der Übersichtlichkeit wegen nur ungefähr die Hälfte der Höckerreihen eingezeichnet). In der Plasmaschicht unmittelbar unter der Pellicula sind oft zahlreiche kleine Fetttröpfchen eingelagert, die durch Hämochrom tief purpurrot gefärbt sind. Sie bedecken meist die ganze Körperfläche mit Ausnahme der äußersten Endspitze und machen so die inneren Zellorgane, z. B. die Chromatophoren, fast unsichtbar (Textfig. A b). Mit freiem Auge betrachtet heben sich die Individuen auf hellem

Untergrund als schwarze Punkte ab, so intensiv ist die rote Färbung. Manchmal ist auch weniger Hämochrom vorhanden, das sich dann mehr in den mittleren Körperpartien oberflächlich ansammelt, hie und da findet man sogar Individuen, bei denen nur sehr wenige Hämochromtröpfchen ausgebildet sind und die ganz grün erscheinen. Da die künstliche Kultur dieser Art nicht gelang, war auch nicht festzustellen, ob die roten und die grünen Formen verschiedenen Ernährungszuständen der Alge entsprechen. Unter der Hämochrom-führenden Schicht liegen die zahlreichen Chromatophoren. Sie stellen lebhaft grüne, längere oder kürzere Bandstücke mit unregelmäßigen Konturen dar, die streng den Höckerreihen entlang laufend angeordnet sind, stets mit ihrer Fläche der Körperoberfläche parallel liegen und den vordersten Körperteil, sowie die Endspitze freilassen (Fig. A a). Pyrenoide ließen sich weder in den Chromatophoren noch im Plasma nachweisen, auch nicht im gefärbten Präparat. Das Innere des Körpers ist stets mit einer Menge großer ellipsoider Paramylonkörner angefüllt. Zwischen ihnen liegt der relativ kleine Kern mit Caryosom und dichter Außenzone. Am Vorderende des Körpers ist eine große pulsierende Vakuole sichtbar, an deren Peripherie der große tiefrote Augenfleck liegt. Seitlich von der Vakuole befindet sich eine breite Trichter-förmige Einsenkung, aus deren Grund die Geißel entspringt, die nicht länger als der halbe Zellkörper zu sein pflegt (Textfig. A a). Da auch im ganz frischen Material zahlreiche geißellose Individuen zu finden sind, scheint die Geißel auch unter normalen Verhältnissen oft abgeworfen zu werden. Die Euglene schwimmt auch niemals frei im Wasser umher, sondern schiebt sich langsam gleitend unter drehender Bewegung um die Längsachse auf der Oberfläche von Substratteilchen dahin. Dabei kommt es oft zu metabolischen Kontraktionen des Zellkörpers, wobei die Endspitze sich festhaftet und als Widerlager beim Ausstrecken des Körpers benutzt wird. Die Festhaftung erfolgt durch Ausscheidung eines klebrigen Schleimes, an dem oft kleine Algen oder Schlammteilchen festhaften und eine Zeitlang mitgeschleppt werden. Unter ungünstigen Lebensbedingungen kommt es zur Ausbildung von Dauerzellen. Die Euglenen ziehen sich dabei zu einer Kugel zusammen und scheiden unter langsam drehender Bewegung eine dicke Membran aus, nach deren Fertigstellung die Zellen zur Ruhe kommen. Diese langandauernde Drehbewegung bei der Ausscheidung der Membran wurde auch bei der Dauerzellenbildung von *E. sanguinea* Ehrbg. und *E. velata* Klebs beobachtet. Sie ist wohl nur durch die Annahme erklärlich, daß die Schleim-ausscheidenden

Organellen, als die wie oben erörtert die spiralig angeordneten Pelliculahöcker in Betracht kommen, den Schleim nicht in senkrechter Richtung auf die Körperoberfläche ausstoßen, sondern in einem seitlichen Winkel auf die jeweilige Querachse des Körpers. Dadurch kommt ein Rückstoß zustande, der den Körper in der entgegengesetzten Richtung zur Rotation bringt. Die Rotation erfolgt nun stets im Sinne der Spiralwindungen also im Sinne des Uhrzeigers, daher muß die Schleimausstoßung in der entgegengesetzten Richtung, also gegen den Sinn des Uhrzeigers von statten gehen. Es ist nämlich bei Euglenen ein allgemeines Gesetz, daß die Spiralreihen der Pellicularhöcker, wie auch eventuelle Torsionen des Körpers (z. B. bei *E. tripteris* Klebs, *E. oxyuris* Schmarda und *E. Ehrenbergii* Klebs) stets im Sinne der Uhrzeigerbewegung verlaufen, wie überhaupt die Rechtswindung in der belebten Natur bedeutend häufiger auftritt als die Linkswindung. Wenn sich die Euglenen im mikroskopischen Präparat festsetzen, um Dauerzellen zu bilden, so tun sie dies auf die Schwerkraft reagierend stets mit der Endspitze der Erde zugekehrt, so daß die Rotation bei der Membranausscheidung bei allen gleichsinnig erfolgt (in Textfig. Cc ist die Rotationsrichtung durch einen Pfeil angedeutet). Zellteilung wurde bei *Euglena purpurea* nur im abgerundeten Zustand in einer Scheimhülle beobachtet, was allerdings nach Erfahrungen an anderen Euglenenarten kein zwingender Beweis dagegen ist, daß sie auch im ausgestreckten und beweglichen Zustand erfolgen kann. Die Vermehrung geht sehr langsam vor sich und es kommt auch nie zu großen Anhäufungen, wie bei anderen Arten, z. B. *E. sanguinea* Ehrbg. oder *E. viridis* Ehrbg. Ein Aufsteigen zur Wasseroberfläche und die Bildung einer Wasserblüte wurde niemals festgestellt. *E. purpurea* wurde durch mehrere Jahre regelmäßig von Juni bis September im stark besonnten Teil des abgeschlossenen Grabens des „Musikantenteiches" beobachtet. Sie erreicht im August die stärkste Entfaltung und ist dann fast in jedem mikroskopischen Präparat zu finden. Außerdem fand sich diese Art in einer Probe aus einem Forellenteich bei Eger in Westböhmen, die mir der Leiter der staatlichen Forschungsstation für Fischzucht und Hydrobiologie in Hirschberg, Herr Prof. Viktor Langhans zur Verfügung stellte, dem auch an dieser Stelle für die entgegenkommende Förderung meiner Untersuchungen gedankt sei. In diesem Forellenteich, wie auch in dem abgeschlossenen Graben des Musikantenteiches, tritt ziemlich regelmäßig in großen Mengen *E. sanguinea* Ehrbg. auf, mit der die neu beschriebene Art viele physiologische Eigenschaften ge-

meinsam zu haben scheint. Auch bei *E. sanguinea* gelang bisher die künstliche Kultur nicht, worüber später berichtet werden soll. Von den bisher beschriebenen Euglenenarten hat *Euglena rubra* Hardy die meiste Ähnlichkeit mit unserer neuen Art. Doch wird ihre Körpergestalt als cylindrisch mit scharf abgesetzter Endspitze angegeben, während bei unserer Form der Körper allmählich in die Endspitze ausläuft. Außerdem besitzt *E. rubra* eine körperlange Geißel und bildet „parenchymatische Häute", also Wasserblüten, was bei unserer Art nie der Fall ist. Im übrigen lassen sich keine Vergleiche mit der recht mangelhaften Diagnose Hardy's ziehen. Von *E. splendens* Dang. unterscheidet sich *E. purpurea* durch die Körpermaße, Körperform, Geißellänge und den Besitz von Hämochrom, von *E. caudata* Hübner durch die Körpergröße, Geißellänge, die Form der Chromatophoren und den Mangel von Pyrenoiden.

Euglena paludosa nov. spec. Die Gestalt ist im schwärmenden Zustand breit eiförmig mit sehr kurzer abgesetzter Endspitze und verlängertem halsartigem Vorderende (Textfig. B), die Länge beträgt 100—110 μ, die Breite 32 bis 38 μ. Die Körperoberfläche ist durch Höckerreihen fein spiralig gestreift, im vordersten Körperabschnitt ist die Streifung kaum wahrnehmbar. Gleich unter der Pellicula sind die aus kürzeren und längeren Bandstücken bestehenden Chromatophoren gelagert, die auffallend schütter entlang der Spiralstreifung angeordnet sind. Der vordere Körperabschnitt wird von ihnen ganz freigelassen. Pyrenoide fehlen vollständig. Um den in der Mitte des hinteren Körperabschnittes gelegenen Kern sind kleine durch Hämochrom hellrot gefärbte Tröpfchen angesammelt, die vereinzelt auch in den äußeren Körperschichten verstreut sind. Im Plasma liegen kleine runde bis ovale Paramylonkörner in geringer Anzahl. Am Vorderende befindet sich eine große pulsierende Vakuole und der große hellrote Augenfleck. Die Geißel ist ungefähr $1^1/_2$ mal so lang wie der Körper und stets gut ausgebildet. Die Euglene wurde auch immer nur im schwärmenden Zustand angetroffen. Stellt sich ihr ein Widerstand entgegen,

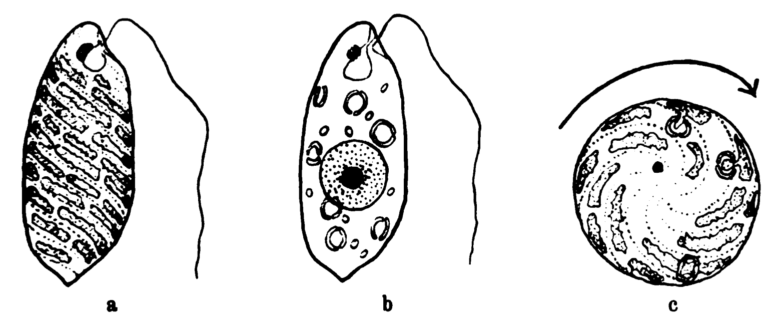


Textfig. B. *Euglena paludosa* n. sp.
a) Zellkern, Hämochrom und Paramylon.
b) Pelliculastrukturen und Chromatophoren.

so werden metabolische Bewegungen ausgeführt. Teilungszustände und Dauerzellen konnten nicht beobachtet werden. Versuche, die Alge künstlich zu kultivieren, schlugen fehl. Sie wurde ganz vereinzelt in kleinen Wasserlöchern der an den „Musikantenteich" anschließenden moorigen Wiese gefunden, die ziemlich reich an verwesenden Pflanzenstoffen sind, eine geringe Algenvegetation, dagegen viel Copepoden und Amöben enthalten. Diese neue Art besitzt eine gewisse Ähnlichkeit mit *E. sanguinea var. furcata* Hübner, doch ist sie durch die verschiedene Form der Chromatophoren und den Mangel von Pyrenoiden scharf von ihr zu unterscheiden.

Die folgenden vier neuen Arten konnten in Reinkultur auf künstlichen Nährböden gewonnen werden. Über ihr physiologisches Verhalten soll in anderem Zusammenhang berichtet werden.

Euglena mucifera nov. spec. Die Körperform der schwärmenden Individuen ist breit ellipsoidisch, vorn stumpf abgerundet, hinten mit einer ganz kurzen schwach asymmetrisch gelegenen Endspitze;



Textfig. C. *Euglena mucifera* n. sp.
a) Pelliculastrukturen und Chromatophoren. b) Zellkern, Pyrenoide und Paramylon. c) Abgerundetes Individuum von oben gesehen. Der Augenfleck bezeichnet das Vorderende. Man sieht den Zusammenhang der Pyrenoide mit den Chromatophoren.

manchmal ist der Körper nach vorn allmählich etwas verjüngt. Die Größe beträgt 90—110 μ in der Länge, 25—35 μ in der Breite. Die Pellicula ist durch Höckerreihen deutlich spiralig gestreift (in Textfig. C a ist wieder der Übersichtlichkeit wegen zirka die Hälfte der Spirallinien weggelassen). Die Höcker setzen sich nach innen in sehr kleine glashelle Zäpfchen fort, die senkrecht auf die Körperoberfläche stehen. In alten Kulturen, in denen die Euglenen degenerieren und große Schleimmassen ausscheiden, sind diese Zäpfchen besonders deutlich, bei gesunden schwärmenden Individuen nur schwer zu sehen. Sie scheinen die Organellen für die Ausscheidung des Schleimes zu sein. Der Körper ist auch bei den

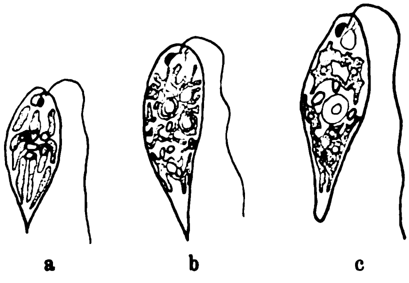
schwärmenden Individuen oft von einer dicken Schleimhülle umgeben, durch die die Bewegung jedoch gar nicht behindert wird. Auch die Individuen, die keine Hülle haben, beginnen durch irgendeinen physikalischen oder chemischen Reiz veranlaßt sofort mit der Ausscheidung der aus dünnem Schleim bestehenden Hülle, die so dick wie der Körper selbst werden kann. Unter der Pellicula liegen zahlreiche Chromatophoren, die die Form längerer oder kürzerer Bandstücke mit unregelmäßig gesägten Umrißlinien haben und streng parallel zu den Höckerreihen angeordnet den ganzen Körper bis auf das äußerste Vorderende bedecken. Sie liegen alle in einer bestimmten Tiefe mit ihrer Fläche parallel zur Körperoberfläche (Textfig. Ca). An der dem Körperinnern zugekehrten Seite haben sie oft kurze Fortsätze, die nach dem Körperinnern gerichtet sind und große doppelt beschalte Pyrenoide tragen (Textfig. Cc). Doch lassen sich auch oft Pyrenoide beobachten, die scheinbar nicht im Zusammenhang mit Chromatophoren stehen und frei im Plasma liegen (Textfig. Cb). Vielleicht löst sich der Zusammenhang mit dem Chromatophor beim Altern des Pyrenoids durch Zerreißung des Chromatophorenfortsatzes. Das Paramylon ist außer in den Schalen der Pyrenoide noch in Form kleiner runder bis ovaler Körner vorhanden, die regellos im Plasma verstreut sind. Der Zellkern ist auffallend groß und mehr dem Hinterende zu gelagert. Er zeigt ein großes Caryosom und eine breite wenig färbbare Außenzone (Textfig. Cb). Am Vorderende liegt die pulsierende Vakuole, an ihrer Peripherie der große Augenfleck. Die $1-1^1/_2$ mal körperlange Geißel entspringt am Grund einer seichten trichterförmigen Einsenkung. Sie ist ziemlich resistent und auch in alten Kulturen zu sehen, in denen die Euglenen sich nur mehr metabolisch fortbewegen. Unter günstigen Bedingungen ist die Alge stets im schwärmenden Zustand anzutreffen, wobei auch metabolische Bewegungen ausgeführt werden. Unter ungünstigen Bedingungen rundet sich die Euglene ab, bewegt sich nur mehr metabolisch und scheidet große Massen von ungeschichtetem dünnem Schleim aus, in dem sie schließlich zur Ruhe kommt. Dauerzellen mit festen Membranen wurden dagegen nicht beobachtet. Die Teilung erfolgt in Bewegung oder im abgerundeten Zustand im Innern der Schleimmassen. Die Bildung von Wasserblüten wurde niemals festgestellt. *E. mucifera* wurde in einem an organischen Substanzen ziemlich reichen Dorfteich in der Umgebung von Hirschberg während des Monats August in großen Mengen beobachtet. Mit ihr vergesellschaftet waren *Lepocinclis texta* Lemm. und andere Arten dieser Gattung, *Phacus*

pleuronectes Duj., *Phacus longicauda* Duj., *Trachelomonas hispida* Stein und andere Arten, *Euglena Ehrenbergii* Klebs, *E. intermedia* Schmitz und var. *Klebsii* Lemm., *E. olivacea* Schmitz, *E. oblonga* Schmitz und *E. viridis* Ehrenb., sowie die neuen Arten *Euglena stellata* und *Euglena reticulata*. *E. mucifera* stimmt in vielen Stücken mit der von Schmitz beschriebenen *E. oblonga* überein, nur in der Körpergröße und vor allem im Bau der Chromatophoren weicht sie von dieser Art bedeutend ab. Schmitz (1884) und Hübner (1886) beschreiben für *E. oblonga* einen aus der Verbindung vieler Chromatophoren entstandenen gemeinsamen Chlorophyllkörper im Innern der Zelle, der Fortsätze an die Körperoberfläche entsendet. Diese legen sich der Körperoberfläche in spiraliger der Streifung entsprechender Anordnung an. Bei *E. mucifera* konnte hingegen weder bei Lebendbeobachtung, noch im gefärbten Präparat ein derartiger Bau der Chromatophoren festgestellt werden, die Chromatophoren sind vielmehr mit ihrer Hauptmasse ausgesprochen oberflächlich gelagert und reichen nur mit den kurzen pyrenoidführenden Fortsätzen in das Zellinnere hinein. Von irgendeiner „zusammenhängenden Chlorophyllschicht" im Innern des Körpers ließ sich nichts bemerken. Trotz dieser Verschiedenheiten scheint es sich um eine der *E. oblonga* nah verwandte Art zu handeln, da der Chromatophorenbau bei den Euglenen im allgemeinen ein ziemlich veränderliches Merkmal darstellt.

Euglena stellata nov. spec. (Textfig. Da). ist im schwärmenden Zustand spindel- bis eiförmig, vorn abgerundet, hinten spitz zulaufend. 30—35 μ lang, 8—10 μ breit, die Pellicula ohne wahrnehmbare Struktur. Die Chromatophoren, durchschnittlich zehn bandförmig gestreckte Gebilde, sind meist ungefähr sternförmig um den Mittelpunkt der Zelle angeordnet. Doch sind Individuen häufig, bei denen diese Anordnung vollkommen verwischt ist. Pyrenoide fehlen. Ungefähr in der Zellmitte liegt ein Paramylonherd, eine Ansammlung von dichterem Plasma, die schwach und ohne schärfere Umrisse färbbar ist und um die stets einige kleine ovale Paramylonkörner angeordnet sind. Unmittelbar hinter diesem Paramylonherd liegt der Zellkern. Am Vorderende, das die pulsierende Vakuole und den Augenfleck trägt, ist die ungefähr $1^1/_2$ mal körperlange Geißel inseriert. Die Euglene schwärmt mit auffallend großer Geschwindigkeit und ist auch metabolisch beweglich. Unter bestimmten Außenbedingungen rundet sich die Zelle ab, umgibt sich mit einer dünnen Membran und teilt sich in diesem unbeweglichen Zustand weiter, so daß Palmella-artige Komplexe entstehen. Doch können sich die

Zellen auch im schwärmenden oder metabolischen Bewegungszustand teilen. *E. stellata* hat durch die oft auftretende sternförmige Anordnung der Chromatophoren und andere Merkmale eine gewisse Ähnlichkeit mit *Euglena viridis* Ehrenb. Doch ist bei dieser die sternförmige Anordnung der Chromatophoren viel strenger und gesetzmäßiger, so daß sie den Eindruck eines sternförmigen Chromatophoren hervorrufen. Dies und der erhebliche Unterschied der Körpermaße berechtigt wohl zur Abgrenzung einer neuen Art, die aber als nah verwandt mit *E. viridis* anzusehen ist. Diese und die folgende Art wurden in demselben Dorfteich in der Umgebung von Hirschberg gefunden, wie *E. mucifera* n. sp.

Euglena reticulata nov. spec. (Textfig. D b) hat im schwärmenden Zustand einen eiförmigen Körper mit allmählich spitz zulaufendem Hinterende und ist 50—55 μ lang, 10—12 μ breit. Die Pellicula ist glatt. Der Chromatophor besteht aus einem feinverzweigten, vielfach unterbrochenen dünnen Netzwerk, das die ganze Zelle mit Ausnahme der Endspitze durchzieht und in seinem Verlauf nur im gefärbten Präparat genau zu verfolgen ist, während die lebende Zelle diffus grün gefärbt erscheint. In Verbindung mit dem Chromatophor stehen zwei beschalte Pyrenoide. Außerdem liegen zahlreiche kleine ovale Paramylonkörner frei im Plasma. Der Kern liegt in der Mitte der Zelle. Das mit pulsierender Vakuole und Augenfleck ausgestattete Vorderende trägt eine ungefähr körperlange Geißel. Charakteristisch für diese Euglene ist es, daß sie nur sehr selten im schwärmenden oder metabolischen Bewegungszustand anzutreffen ist. Sie neigt sehr dazu, abgerundet und mit einer dünnen Membran umgeben zu vegetieren und entwickelt so große palmelloide Lager. Wasserblütenbildung wurde nicht beobachtet. Ein netzförmiger Chromatophor, wie ihn *E. reticulata* besitzt, ist bisher nur von M. M. Gard (1922) für *Euglena limosa* Gard beschrieben. Doch ist unsere neue Art von *E. limosa* durch Form und Größe des Körpers, die Anzahl der Pyrenoide und das biologische Verhalten wohl zu unterscheiden.



Textfig. D. a) *Euglena stellata* n. sp. Chromatophoren und Paramylon.
b) *Euglena reticulata* n. sp. Chromatophor, Pyrenoide und Paramylon.
c) *Euglena anabaena* n. sp. Chromatophoren mit Pyrenoiden, Zellkern und Paramylon.

Euglena anabaena nov. spec. (Fig. D c) ist im schwärmenden

Zustand spindelförmig gestaltet, mit allmählich verjüngtem Hinterende, 88—94 μ lang, 20—25 μ breit. Die Pellicula zeigt eine sehr feine Spiralstreifung. Die Chromatophoren, 8—14 an der Zahl, stellen unregelmäßig gelappte Scheiben dar, die mit ihren spitzzulaufenden Fortsätzen vielfach miteinander zusammenhängen. Jeder Chromatophor enthält ein unbeschaltes Pyrenoid, das besonders bei der Färbung mit S-Fuchsin scharf hervortritt. Einzelne längliche Paramylonkörner liegen frei im Plasma. Der Kern befindet sich in der Mitte der Zelle. Am Vorderende liegt die pulsierende Vakuole und der Augenfleck. Die Geißel ist 1—$1^1/_2$ mal körperlang. Diese Euglene wurde durch mehrere Jahre in einem Bassin mit Wasserpflanzen im botanischen Garten der Deutschen Universität in Prag beobachtet, wo sie in den Monaten August bis Oktober regelmäßig eine ausgiebige Wasserblüte bildet. Es sind dabei nur wenige im Wasser schwärmende Individuen zu beobachten, die meisten sind an die Wasseroberfläche gestiegen, wo sie eine gemeinsame ziemlich feste Haut ausscheiden, in deren Maschen die abgerundeten, etwas abgeplatteten Euglenen sitzen. Auf ihrer Oberseite ist die Euglenenhaut nicht benetzbar und zeigt einen matten samtartigen Glanz. In diesem Zustand teilen sich die Euglenen, so daß die Haut sich beständig vergrößert. Doch ist auch Teilung im beweglichen Zustand zu beobachten. Vereinzelte Individuen gehen mit der Zeit zugrunde, bleiben aber auch nach ihrem Tod im Verband der Wasserblüte liegen. Wird die Euglenenhaut zerstört, so daß ihre Teilstücke vom Wasser bedeckt werden, so werden die Euglenen sofort metabolisch beweglich, sprengen ihre Hülle und gehen unter Ausbildung der Geißel nach und nach in den schwärmenden Zustand über. *E. anabaena* verhält sich in dieser Beziehung genau so wie z. B. die mit Vorliebe Wasserblüten bildende *E. sanguinea* Ehrenb., mit der sie auch im Chromatophorenbau gewisse Ähnlichkeiten zeigt. Unter ungünstigen Bedingungen werden Dauerzellen mit dicker Membran gebildet. Die neue Art zeigt einige Ähnlichkeit mit *E. olivacea* Schmitz, die auch öfters beobachtet und in Reinkultur gewonnen wurde. Diese zeigt jedoch immer im Gegensatz zu unserer neuen Art acht vollständig selbständige annähernd sternförmige Chromatophoren, hat eine viel stärker ausgeprägte aus deutlichen Höckerreihen bestehende Pelliculastreifung und scheint niemals Wasserblüten zu bilden, sondern kommt nur vereinzelt vor.

Pflanzenphysiologisches Institut der Deutschen Universität in Prag, Dezember 1925.

Literaturverzeichnis.

Dangeard, P. A.: Recherches sur les Eugléniens. Le Botaniste 1902.

Gard, M. M.: Recherches sur une nouvelle espèce d'Euglène (Euglena limosa nov. spec.). Bull. de la Soc. Bot. de France T. 69. Paris 1922.

Hübner: Euglenaceenflora von Stralsund. Programm des Realgymnasiums Stralsund 1886.

Klebs, G.: Über die Organisation einiger Flagellatengruppen usw. Unters. a. d. bot. Inst. Tübingen Bd. 1 1883.

Lemmermann, E.: Algen I. Kryptogamenflora der Mark Brandenburg Bd. 3.

Pascher, A.: Süßwasserflora. Heft 2: Flagellatae II. Jena 1913.

Peterschilka, F.: Kernteilung und Pyrenoidvermehrung bei Mougeotia. Arch. f. Protistenk. Bd. 45 1923.

Schmitz: Beiträge zur Kenntnis der Chromatophoren. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 15 1884.

Tafelerklärung.

Tafel 8.

Fig. 1. *Euglena mucifera* n. sp., gereizt durch sehr stark verdünnte Jodjodkaliumlösung. Im Innern des Körpers ist der Zellkern als helle Scheibe sichtbar, außerdem Paramylonkörner und beschalte Pyrenoide. Die Chromatophoren sind nur andeutungsweise als dunkle Flecken zu sehen. Die Körperoberfläche zeigt die spiralig verlaufende Pelliculastreifung. An ihr ist der Beginn der Schleimausscheidung zu beobachten, kleine distinkte Tröpfchen. Vergr. ca. 590 ×.

Fig. 2. *Euglena spirogyra* Ehrbg. Im Körper sind die zwei großen ringförmigen Paramylonkörner deutlich zu sehen, auf der Oberfläche die aus deutlichen Höckern bestehende Pelliculastruktur. Die Schleimausscheidung beginnt in Form von Tröpfchen, die deutlich in Beziehung zu den Pelliculahöckern stehen. Vergr. ca. 500 ×.

Fig. 3. *Euglena mucifera* n. sp. Schwärmendes Individuum mit Schleimhülle, mit Jodjodkalium behandelt. Vergr. ca. 320 ×.

Fig. 4. Dasselbe. Durch Verschiebung des Deckglases ist die Schleimhülle teilweise vom Körper losgelöst. Sie zeigt deutlich eine radiäre Struktur. Die Geißel ist besonders gut erhalten. Vergr. ca. 320 ×.

Besprechungen.

Pascher, A.: Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 12: Cyanophyceae, bearbeitet von L. GEITLER; Cyanochloridinae = Chlorobacteriaceae, bearbeitet von L. GEITLER und A. PASCHER. Jena, Verlag Gustav Fischer, 1925. VIII + 481 S.

Das neueste „Heft" der PASCHER'schen Süßwasserflora stellt einen stattlichen Band von 463 Textseiten mit 574 Abbildungen dar. Den Hauptraum (450 Seiten) nimmt die GEITLER'sche Bearbeitung der Cyanophyceen ein. Ein allgemeiner Teil (49 Seiten) gibt eine Zusammenfassung der modernen Anschauungen über die Morphologie und, soweit sie in den Rahmen einer „Flora" gehört, auch über die Physiologie und Biologie der Cyanophyceen, wobei durchaus nicht nur auf die praktischen Zwecke des Buches hingearbeitet und zu manchen umstrittenen Punkten kritisch Stellung genommen wird. Dadurch wird die Darstellung auch für den Nichtfloristen lesenswert. Bei der Besprechung der Untersuchungsmethoden wird mit Nachdruck auf die große Wichtigkeit der Anlage von Kulturen verwiesen; es wird daher auch die Herstellung geeigneter flüssiger und fester Nährböden kurz geschildert und empfohlen, schon beim Einsammeln Röhrchen mit Agar zu verwenden.

Systematisch teilt GEITLER die Cyanophyceen in die folgenden drei Gruppen ein: 1. Chroococceen, einzellig oder koloniebildend mit ausschließlich vegetativer Zellteilung; 2. Chamaesiphoneen, einzellige Formen mit Endo- oder Exosporenbildung und Differenzierung in Basis und Spitze, oder fadenförmige Formen mit niedriger Organisation; 3. Hormogoneen, fadenförmig mit hoher Organisation. Von ihnen betrachtet Verf. die Chroococceen als die primitivsten Formen, die Hormogoneen wegen ihres Besitzes von Plasmodesmen als die höchsten, die aber, da sie fast nie echte Verzweigungen (die bei gewissen Chamaesiphoneen vorkommen) und mit einer einzigen Ausnahme weder Endo- noch Exosporen besitzen, als eine Reduktionsreihe aufgefaßt werden müssen. Das extremste Glied dieser Reihe ist *Oscillatoria*, bei der der Thallusaufbau sehr einfach ist, die aber durch ihre kompliziert gebaute Membran, die spiralige Drehung der Zellen, Segmentierung und die starke Ausbildung des Hormogoniumstadiums ihre hohe Entwicklung anzeigt. Über die verwandtschaftliche Beziehung der Cyanophyceen zu den anderen Krypto-

gamengruppen vermag auch Verf. nichts Näheres anzugeben und beschränkt sich auf den Hinweis, daß sich unter den Bakterien farblos gewordene Cyanophyceen befinden könnten. An dieser Stelle wäre wohl eine Bezugnahme auf die von H. SIMONS und anderen untersuchten farblosen Oscillospiren und Simonsiellen angebracht gewesen, da sie von ihren Entdeckern als farblose Oscillarien beschrieben worden sind.

Im speziellen Teil wird von vorne herein auf einige Verwechslungsmöglichkeiten aufmerksam gemacht, so daß der Unbewanderte wenigstens vor gewissen Irrwegen geschützt wird. Die Bestimmungsschlüssel führen — wenigstens soweit Ref. es bei einigen Probebestimmungen feststellen konnte — gut zum Ziel und machen einen sorgfältig durcharbeiteten Eindruck. Bei Arten, die sich durch physiologische Eigentümlichkeiten (z. B. Chlorose, chromatische Adaptation) auszeichnen, ist dieses vermerkt.

Außer den Süßwasserformen werden auch die terrestrischen, sowie die epi- und endophytisch lebenden Arten behandelt, und zwar ganz allgemein nicht nur diejenigen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, sondern auch eine große Zahl von Vertretern aller Kontinente einschließlich der Antarktis. Diese weite Fassung ist gleichzeitig ein Vorzug und ein Nachteil des Buches. Einerseits ist es natürlich sehr zu begrüßen, daß ein möglichst reichhaltiges Material zusammengetragen und durch die guten Schlüssel der bequemen Bestimmung zugänglich gemacht worden ist. Andererseits wird aber die Bestimmung der einheimischen Arten durch die starke Stoffanreicherung, die die Hinzunahme der ausländischen Formen mit sich bringt, naturgemäß erschwert. Da manche der ausländischen Arten kaum eine sehr weite Verbreitung haben dürften (als Standort von *Loriella osteophila* wird z. B. angegeben „feucht liegende Menschenschädel in Melanesien“), so würde es im Interesse der Übersichtlichkeit wohl besser gewesen sein, wenn die ausländischen Formen weggeblieben wären. Diese Aussetzung kann natürlich den Gesamtwert des Buches nicht herabsetzen, das durchaus geeignet scheint, eine sehr empfindliche Lücke in der algologischen Literatur auszufüllen.

Außer den Cyanophyceen werden im gleichen Heft auf 13 Seiten mit 14 Figuren die Cyanochloridinae von L. GEITLER und A. PASCHER behandelt. Die verbreitete Bezeichnung Chlorobakterien für diese Gruppe einzelliger gelbgrüner (zum Teil in Syncyanosen lebender) Organismen halten die Verff. für ungeeignet, da die Bakteriennatur bei keinem der hierhergehörigen Vertreter nachgewiesen ist. Es handelt sich wahrscheinlich um Cyanophyceen, die durch sapropelische Lebensweise modifiziert worden sind, wofür die Verf. eine Reihe von Gründen anführen. Die Gruppe stellt daher zweifellos ein Provisorium dar, in dem konvergente Formen verschiedener Herkunft künstlich vereinigt sind, so daß mit einer späteren völligen Auflösung der Cyanochloridineen gerechnet werden muß.

R. HARDER.

Cholodny, N.: Die Eisenbakterien. Beiträge zu einer Monographie. Pflanzenforschung Heft 4, Jena 1926, 162 Seiten mit 20 Abbildungen im Text und 4 Tafeln. Preis geh. 12 GM.

Die Eisenbakterien gehören zu denjenigen Mikroorganismen, deren Vorhandensein sich auch dem unbewaffneten Auge leicht zu erkennen

gibt. Ihre Bedeutung in der Natur ist ebenso groß wie die wirtschaftliche, und für den Physiologen bieten sie ein ungewöhnliches Interesse. Daher sind diese Beiträge zu einer Monographie eine erwünschte Bereicherung der mikrobiologischen Literatur. Der Verf. hat sich um die Erforschung der Eisenbakterien ein großes Verdienst erworben. So nimmt man dieses Buch mit Spannung in die Hand, findet, daß es sehr klar und kritisch geschrieben ist und bleibt am Ende doch ein wenig enttäuscht. Denn unsere Kenntnisse dieser wichtigen Gruppe werden nicht erheblich bereichert, was gerade aus dem Inhalt am besten hervorgeht.

In morphologischer Hinsicht werden des Verf. frühere Ergebnisse nicht wesentlich erweitert, in physiologischer beschränkt er sich auf Wiedergabe und Kritik des von anderen beigebrachten Materials. Dabei ist die Darstellung reichlich breit und die Kritik, z. B. MOLISCH gegenüber, überflüssig scharf. Dieser hat vor 16 Jahren die erste Monographie der Eisenbakterien geliefert. Damals lagen von physiologischen Arbeiten nur die Untersuchungen von WINOGRADSKY (1888) vor, in denen gezeigt wurde, daß gewisse Eisenbakterien die für ihre Existenz nötige Energie aus der Oxydation von Ferrobikarbonat zu Ferriverbindungen gewinnen und mithin zu jener Gruppe von Lebewesen zu rechnen sind, die WINOGRADSKY mit einem wenig schönen Ausdruck als Anorgoxydanten bezeichnet hat. Da sie in einem gewissen Gegensatz zu den chlorophyllführenden, die Energie des Sonnenlichtes verarbeitenden autotrophen Organismen stehen, für deren Assimilationstätigkeit vielfach der gleichfalls ungeeignete Ausdruck Photosynthese verwendet wird, so schlage ich vor, die einen als chemoautotroph, die anderen als photoautotroph zu bezeichnen.

MOLISCH hat dann gezeigt, daß ein zu den typischen Eisenbakterien zu rechnender Organismus, nach CHOLODNY *Leptothrix crassa,* von organischer Nahrung, ohne die Oxydation von Ferroverbindungen leben kann. Er hat daraus den Schluß gezogen, daß WINOGRADSKY im Irrtum war. Damals wußte man noch nicht, daß es chemoautotrophe Lebewesen gibt, die sich auch heterotroph ernähren können. Diese Möglichkeit ist auch nach den heutigen Kenntnissen seltener verwirklicht als CHOLODNY anzunehmen scheint, und meines Wissens auf Thionsäure-, Wasserstoff- und Methanbakterien beschränkt, wobei noch nicht einmal klar ist, ob diese beliebig lange heterotroph fortgezüchtet und dann wieder zur autotrophen Ernährung gebracht werden können. Auch für *Leptothrix crassa* sind diese Beziehungen selbst nach der eingehenden und gut durchdachten Darstellung des Verf. keineswegs klar. Hier können eben nur Experimente weiter helfen.

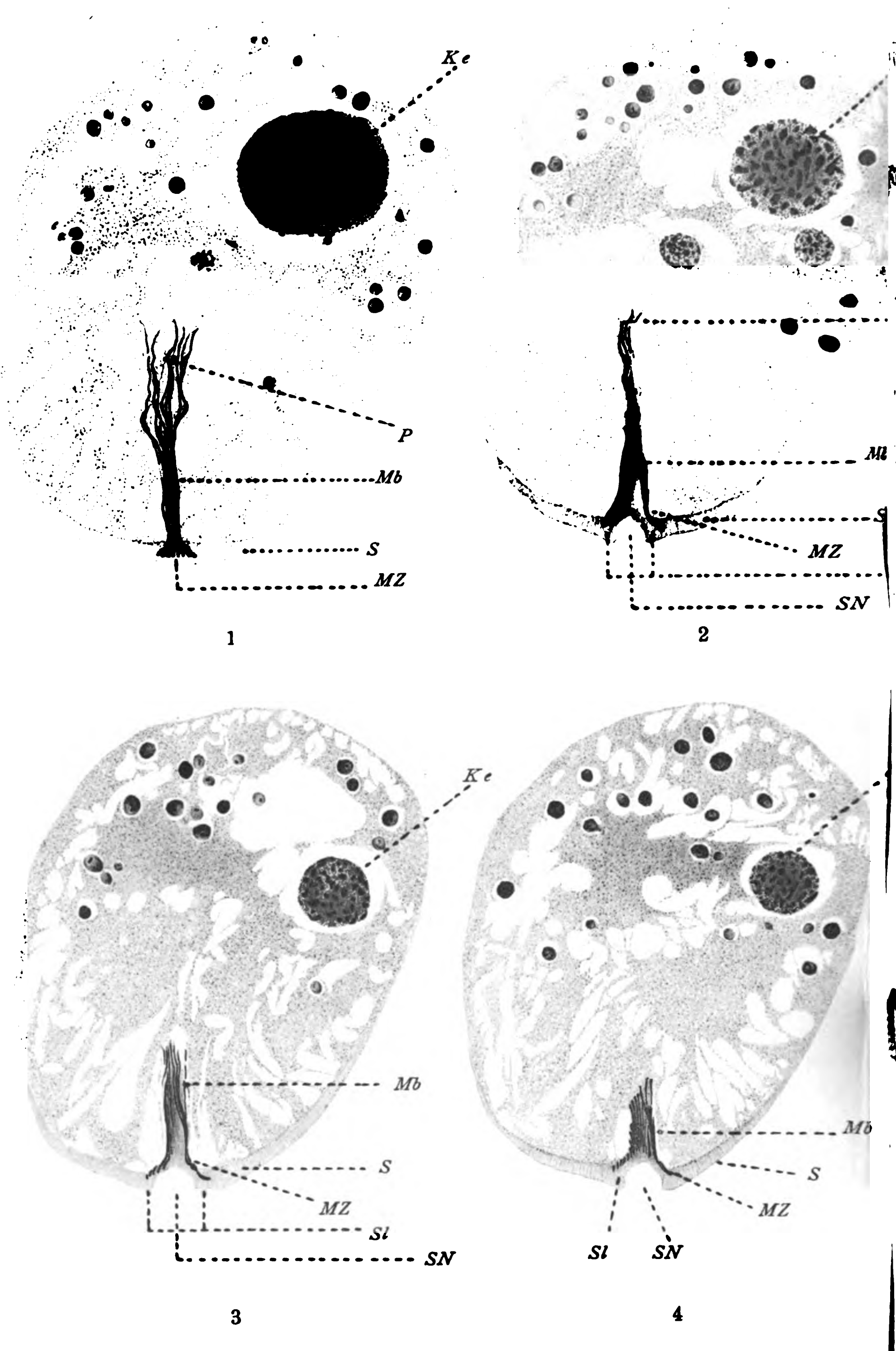
An einem anderen Eisenbakterium hat später LIESKE nachgewiesen, daß für dieses die WINOGRADSKY'sche Vorstellung zu Recht besteht; aber die Tatsache, daß diesem Forscher die Kultur nicht immer gelang, sowie seine unsichere theoretische Stellung bewirkte, daß der äußere Erfolg dieser Arbeiten nicht so groß war, wie es den positiven Ergebnissen entsprochen hätte. Das ist wohl auch der Grund, weshalb MOLISCH seine Meinung nicht geändert hat.

Eine vor wenigen Jahren erschienene kritische Schrift von WINOGRADSKY, sowie die morphologischen Studien von CHOLODNY haben dann weiter klärend gewirkt. Der letztere hat nämlich gezeigt, daß das, was man

bisher bei einer Gruppe von Eisenbakterien (*Galionella*) für die bescheideten Fäden der Bakterien gehalten hat, in Wirklichkeit nur tote Abscheidungsprodukte in Form von Stielchen sind, und daß man die Lebewesen selbst nicht bemerkt hat, weil sie in dem in Eisengewässern sich bildenden Absatz schon abgestorben zu sein pflegen. Darin liegt wohl auch der Grund für die Unsicheit der Ergebnisse von LIESKE. Diese morphologischen Fortschritte, die wir bei den genannten und den anderen Formen dem Verf. verdanken und die sehr schön dargestellt sind, werden in Zukunft die sichere Grundlage für physiologische Forschung abgeben, können sie aber nicht ersetzen, was auch der Verf. hervorhebt.

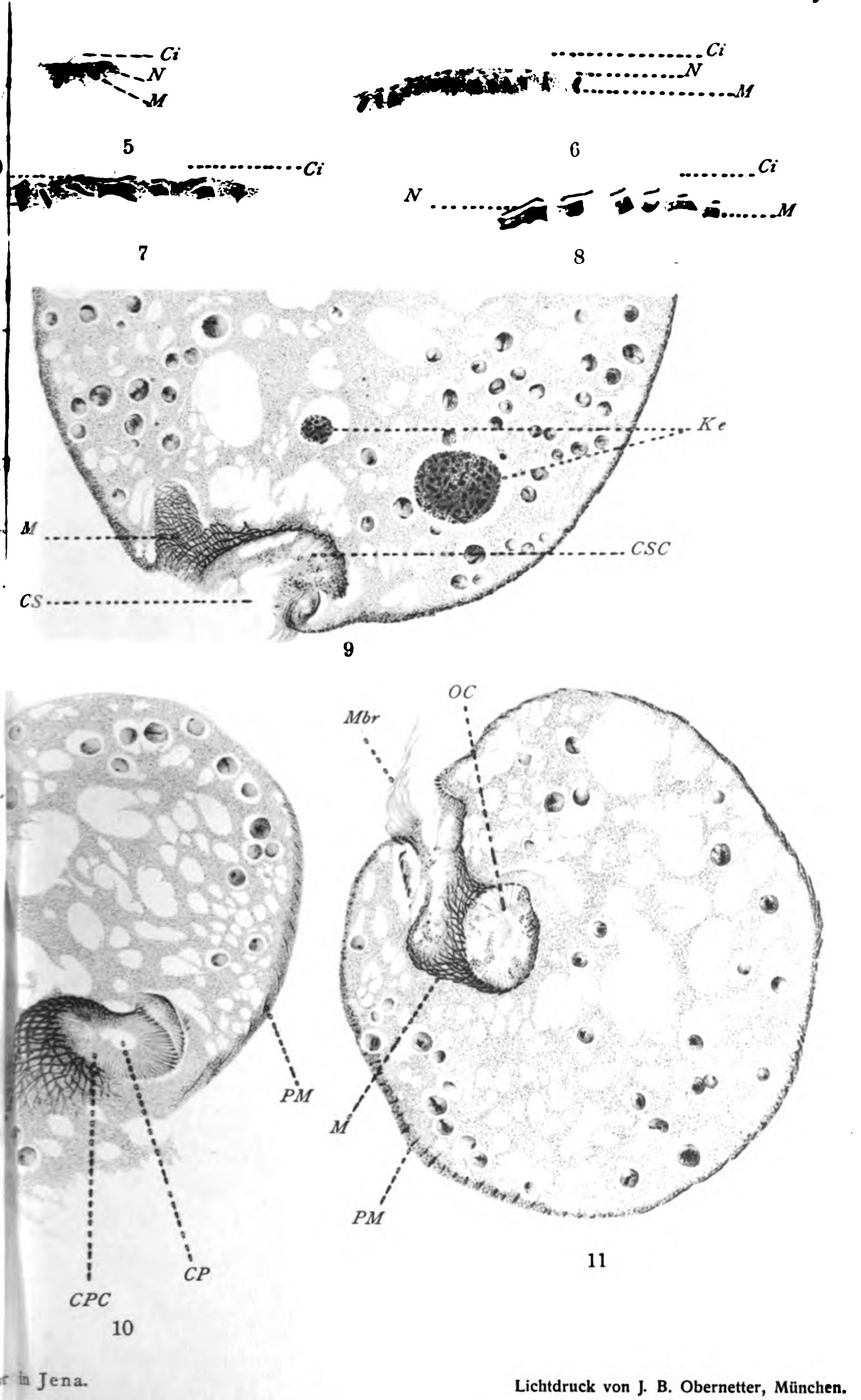
Der ganze Bau der Eisenbakterien erinnert stark an den gewisser Cyanophyceen, was auch für die physiologisch ähnlichen, H_2S oxydierenden Schwefelbakterien gilt. Das ist eine sehr auffallende Tatsache. Man braucht deshalb noch nicht sofort die Eisenbakterien aus den Bakterien zu streichen und den Blaualgen zuzurechnen. Die „Bakterien“ sind sicher ihrer Abstammung nach nichts Einheitliches. Aber alle Cyanophyceen, falls sie kein Chlorophyll mehr ausbilden, zu den Bakterien zu rechnen, wird doch auch auf die Dauer nicht möglich sein. Da wir zweifellos farblose Cyanophyceen kennen, ebenso wie andere farblose Vertreter aus sonst gefärbten Reihen, so kann die Farblosigkeit nicht, wie der Verf. meint, der Grund sein, die Eisenbakterien von den Cyanophyceen zu trennen.

Wenn die vorliegende Arbeit zu neuer Bearbeitung der zahlreichen noch offenen Probleme anregt, was sie wahrscheinlich tun wird, so daß unsere auf diesem Gebiete geradezu beschämende Unkenntnis allmählich weicht, so werden wir dem Verf. Dank wissen. Die schönen Abbildungen werden dazu beitragen, daß es in Zukunft leichter sein wird, sich in dieses Gebiet einzuarbeiten. E. G. PRINGSHEIM-Prag.



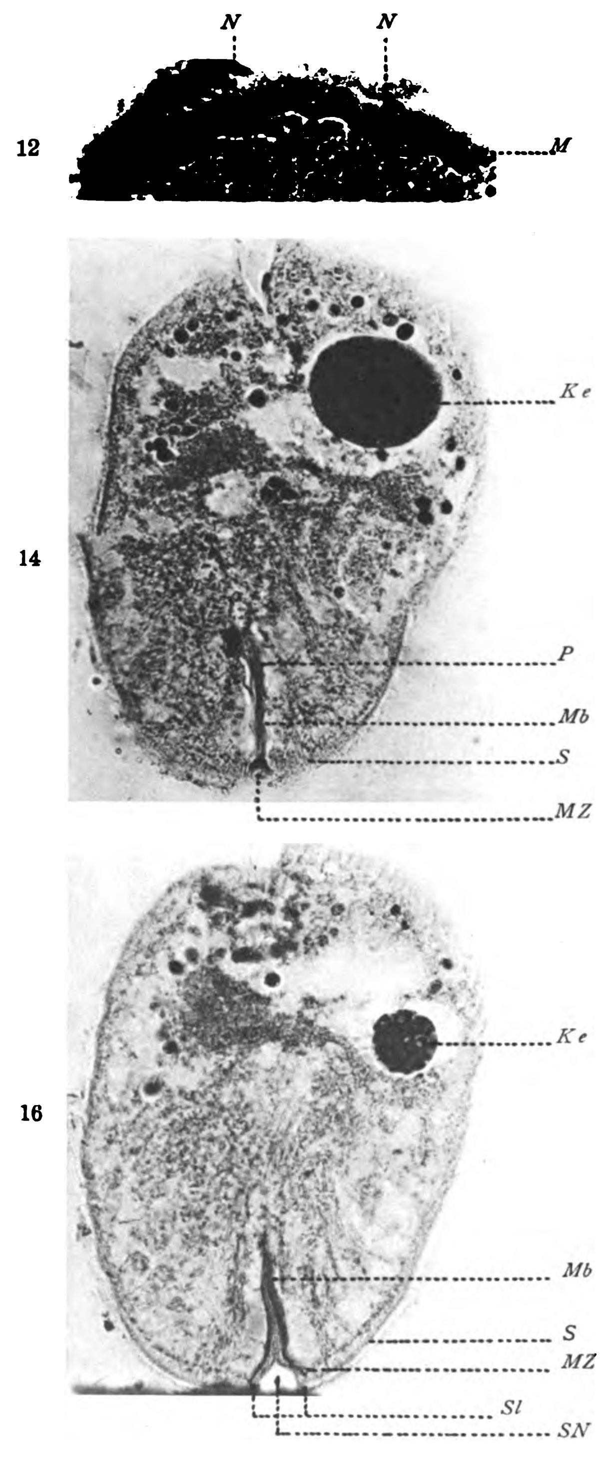
Dierks.

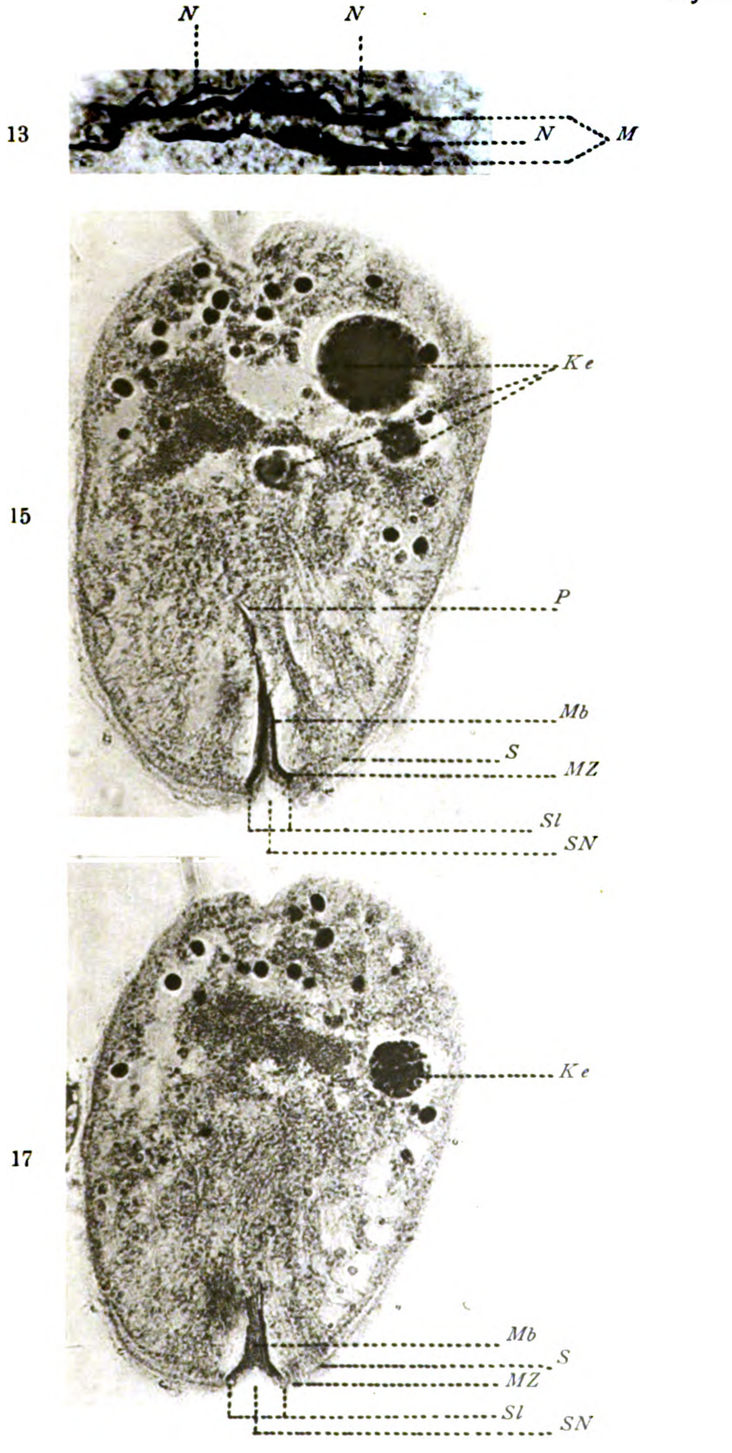
Verlag v



...in Jena.

Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

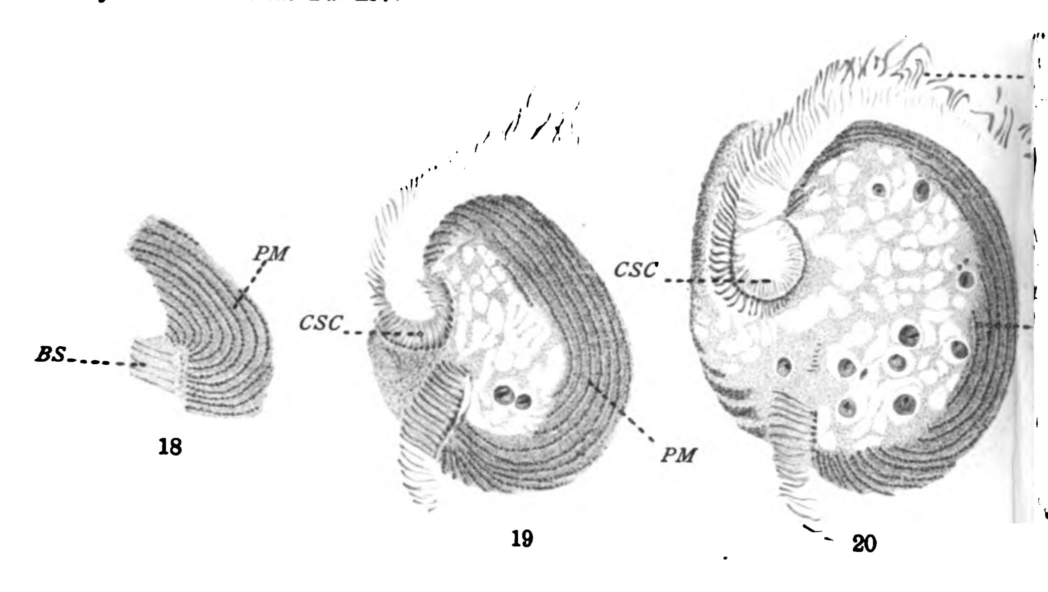

N
N
12
M
Ke
14
P
Mb
S
MZ
Ke
16
Mb
S
MZ
Sl
SN



Jena.

Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.





Mbr

CPC

OC

PM

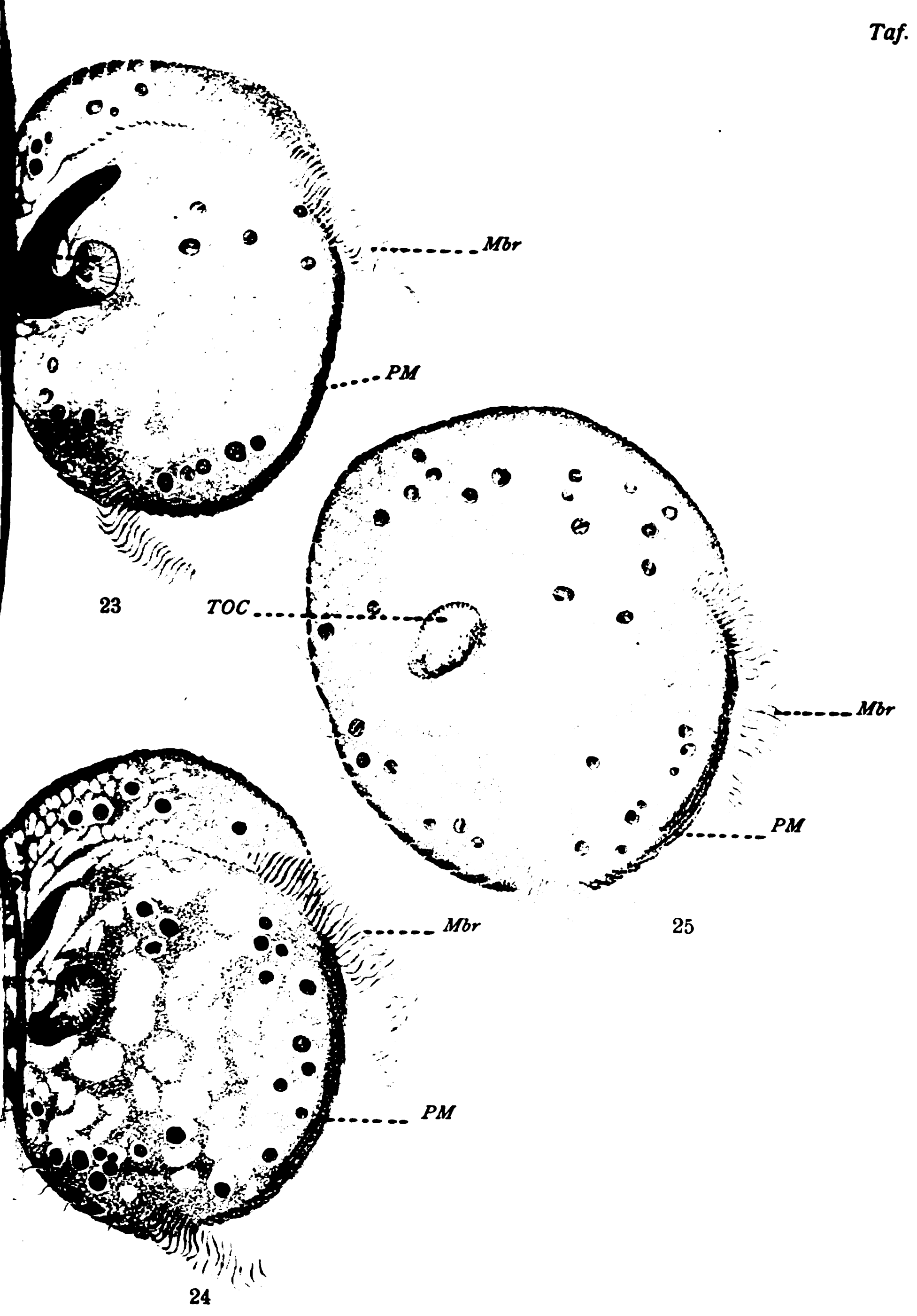
PM

21

22

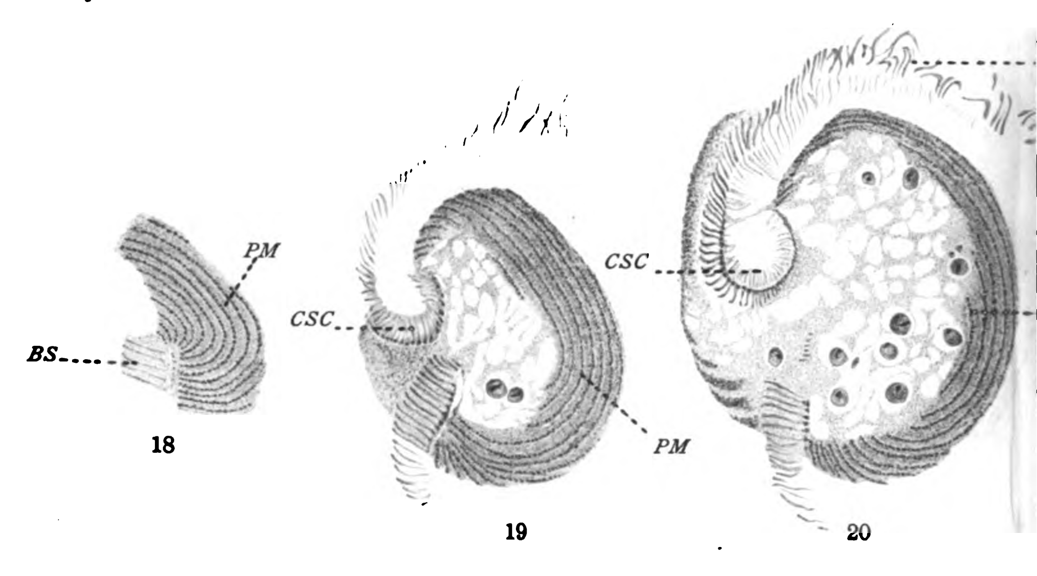
Dierks.

Verlag vo



…er in Jena.

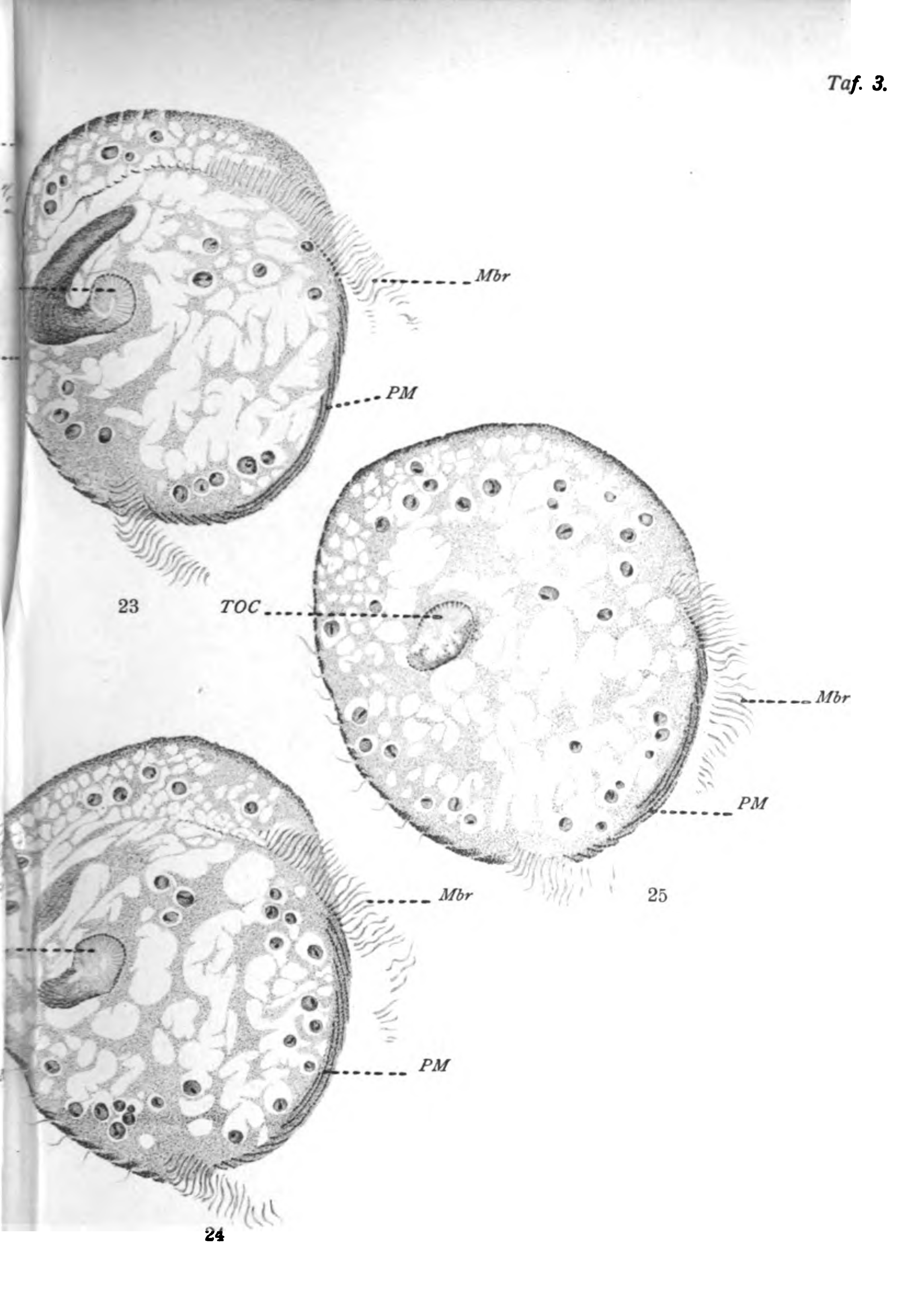
Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.



Mbr
CPC
OC
PM
P

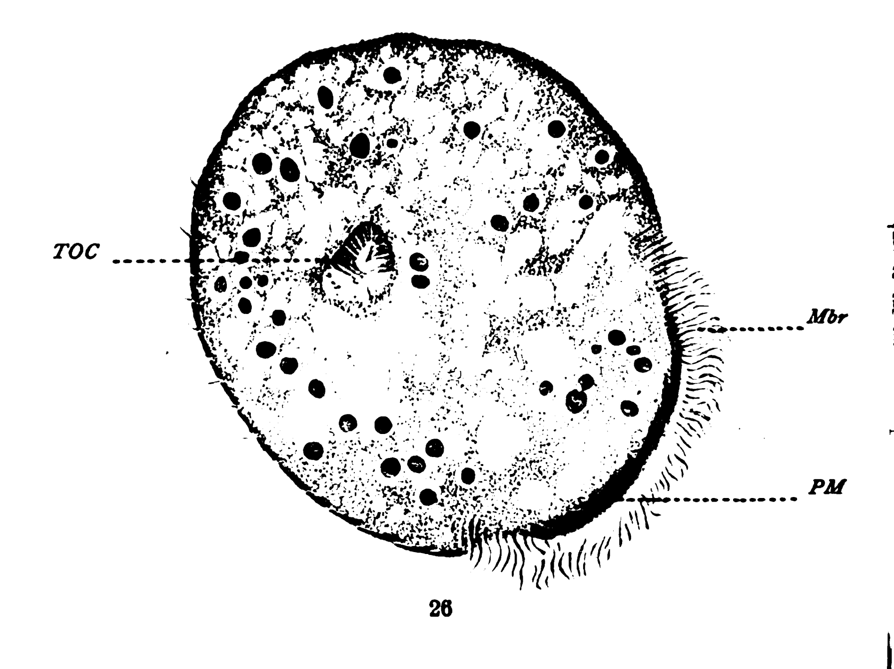
21

22

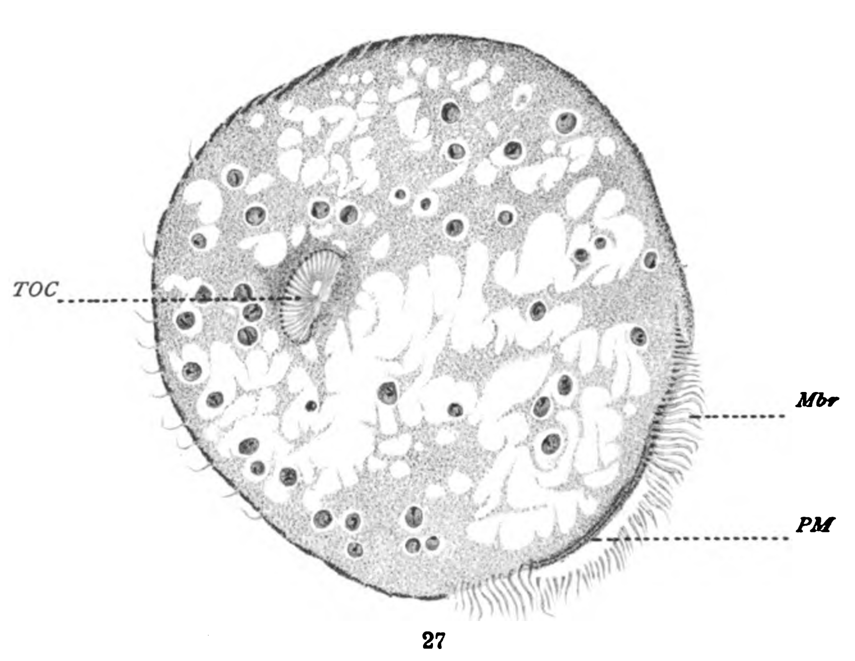


er in Jena.

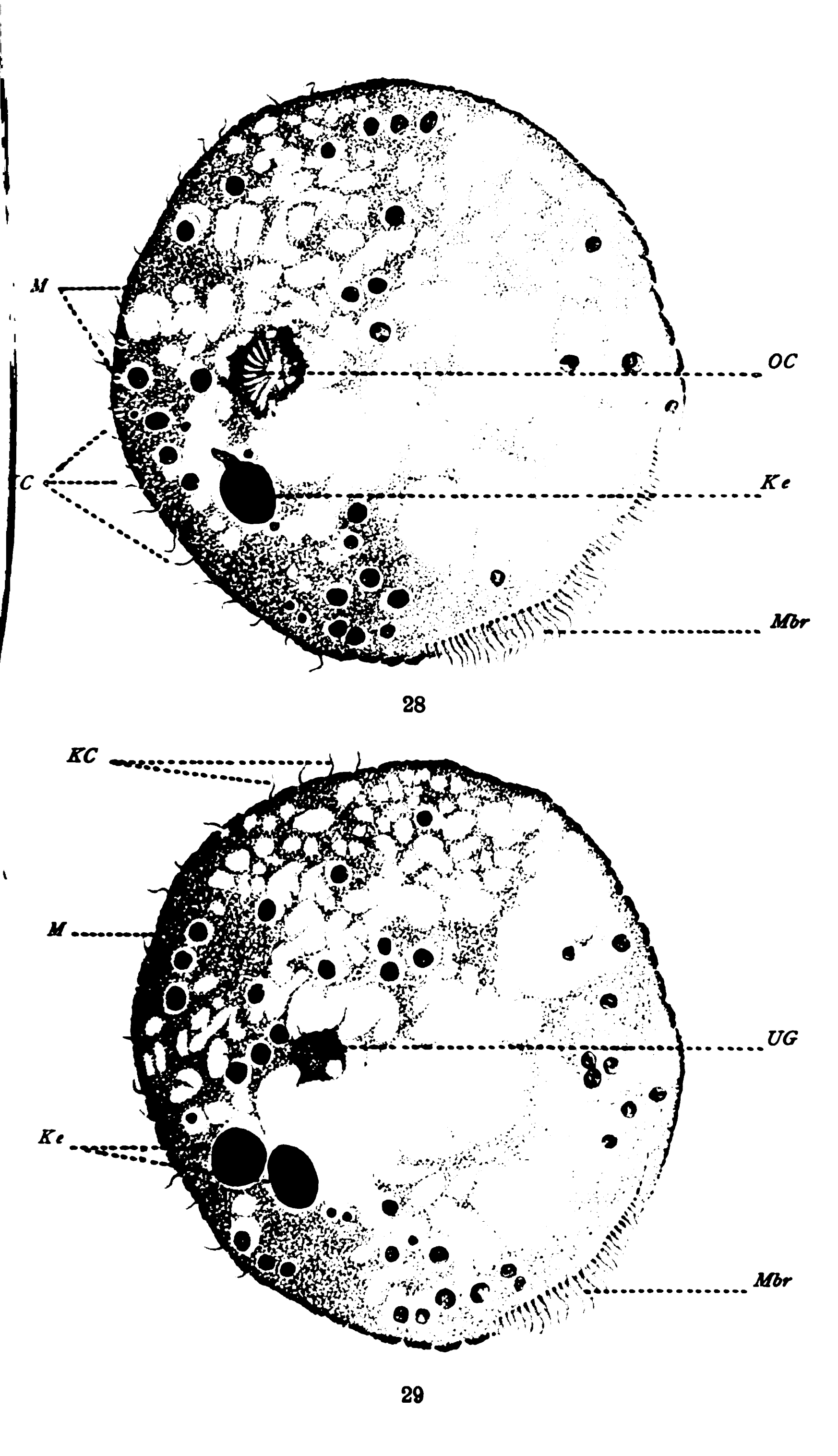
Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.



26



27



ner in Jena.

Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

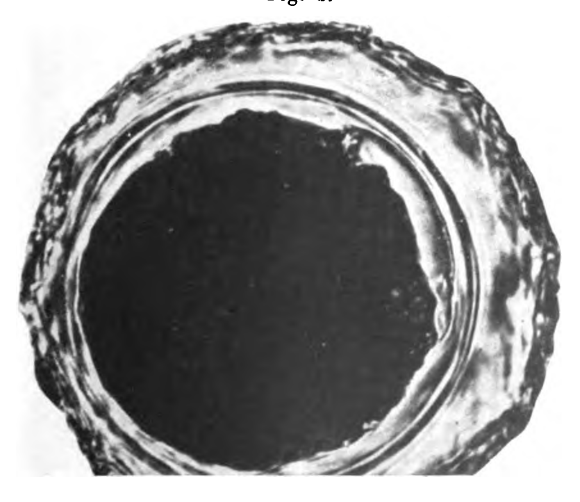
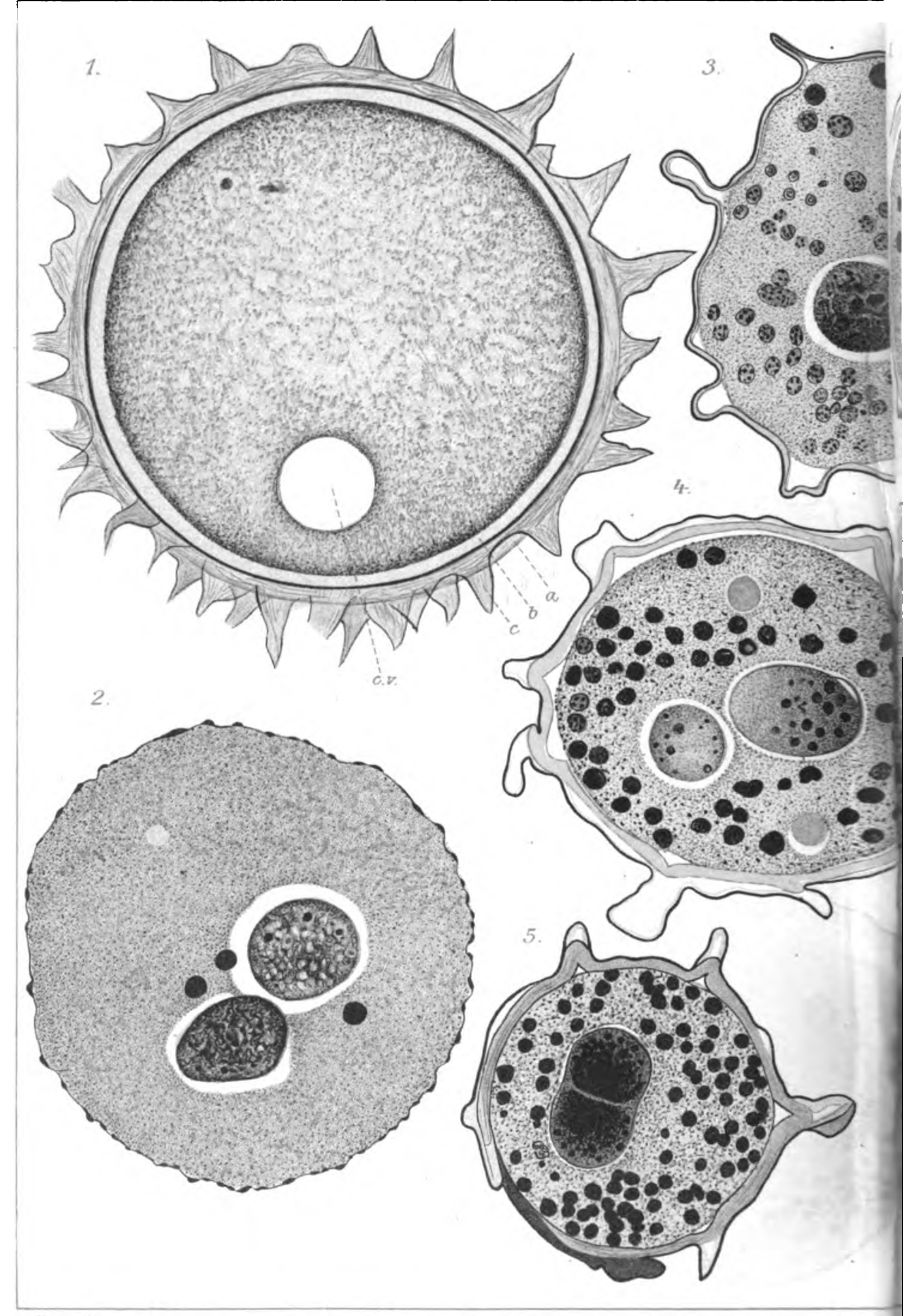


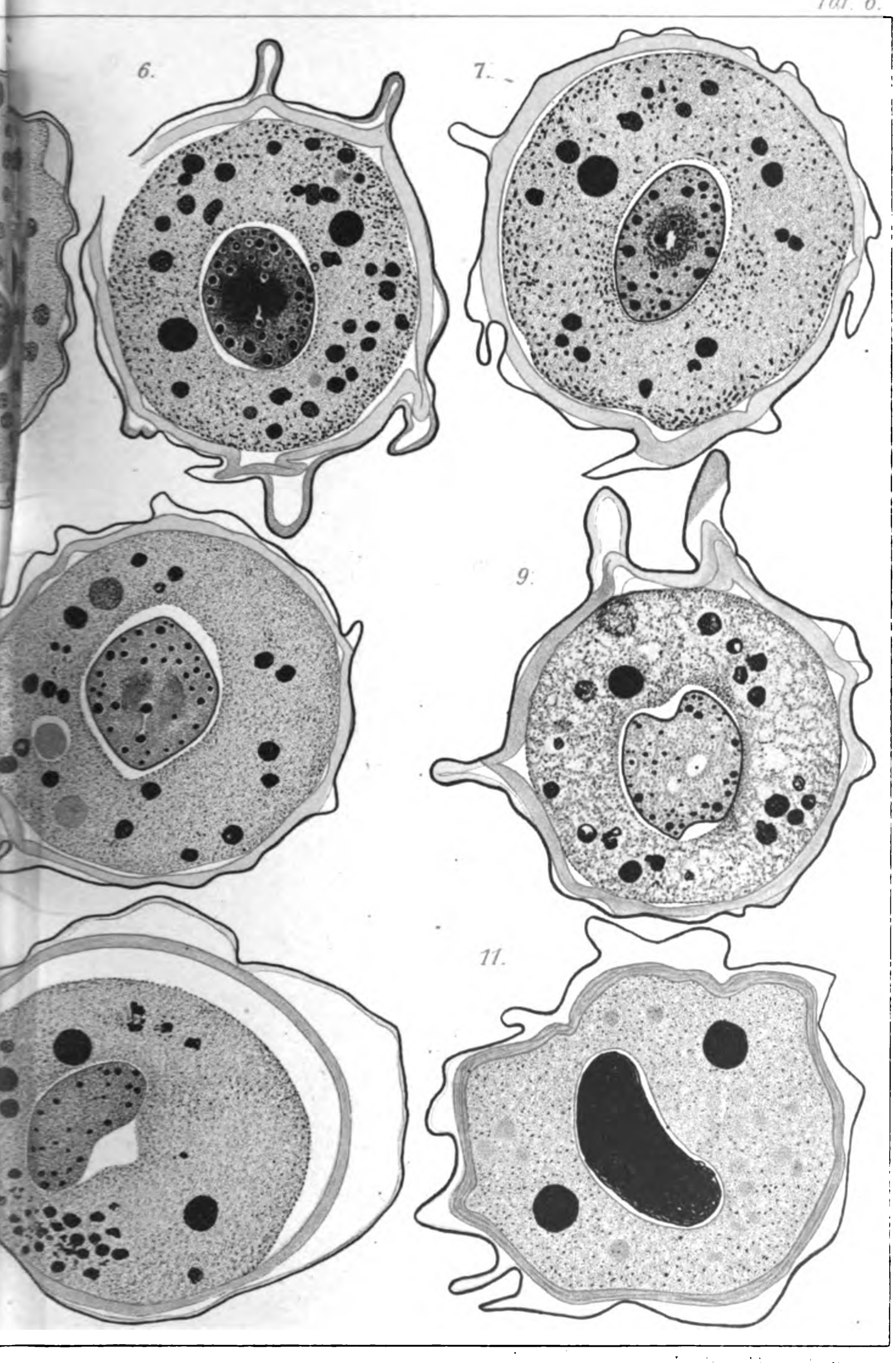
Fig. 4.

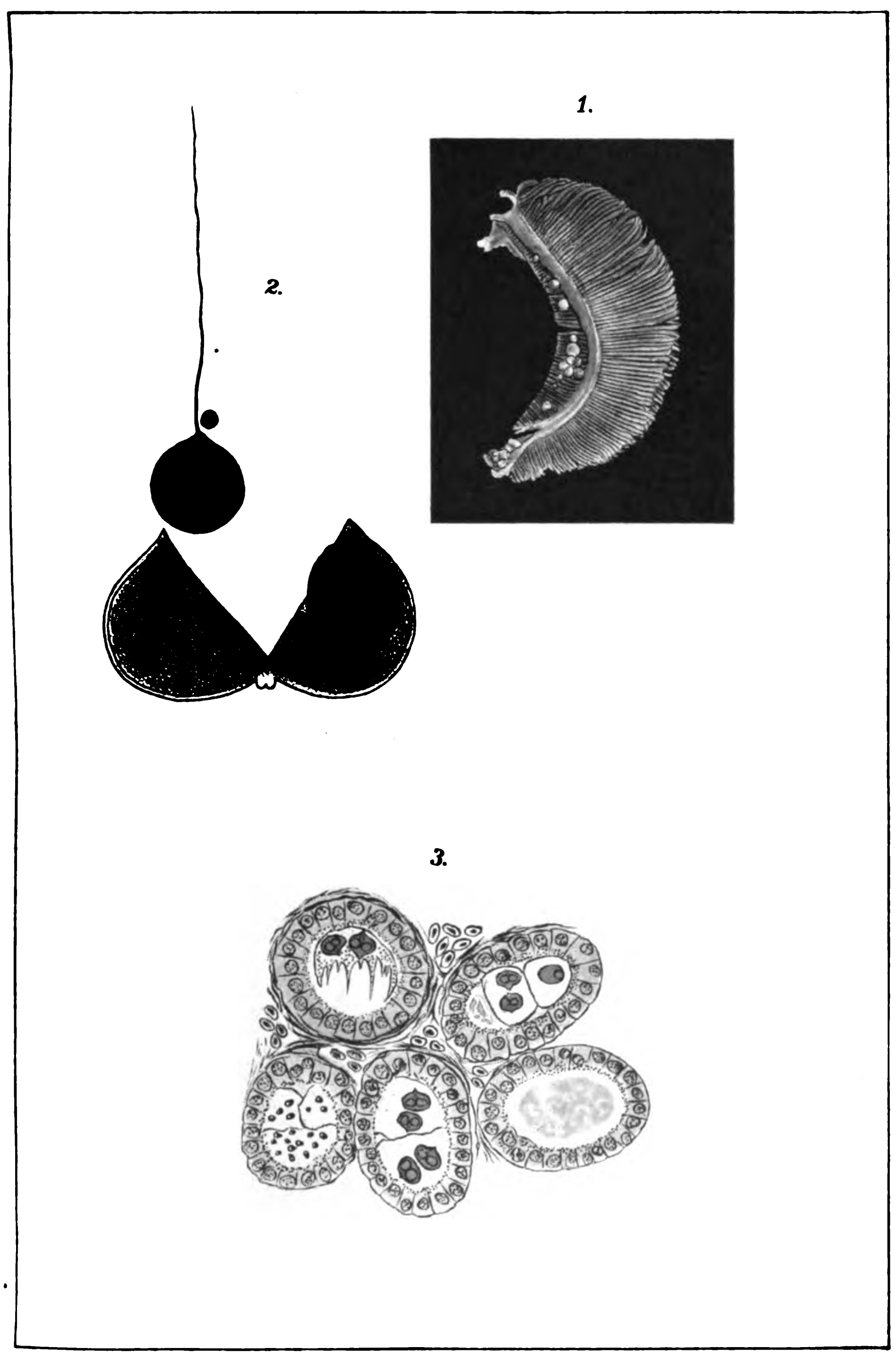
Ilowaisky. Verlag von Gustav Fischer in Jena.



Ilowaisky gez.

Verlag


6.
7.
9.
11.



Nemeczek. Verlag von Gustav Fischer in Jena. Lith. Anst. v. E. Giltsch, Jena.

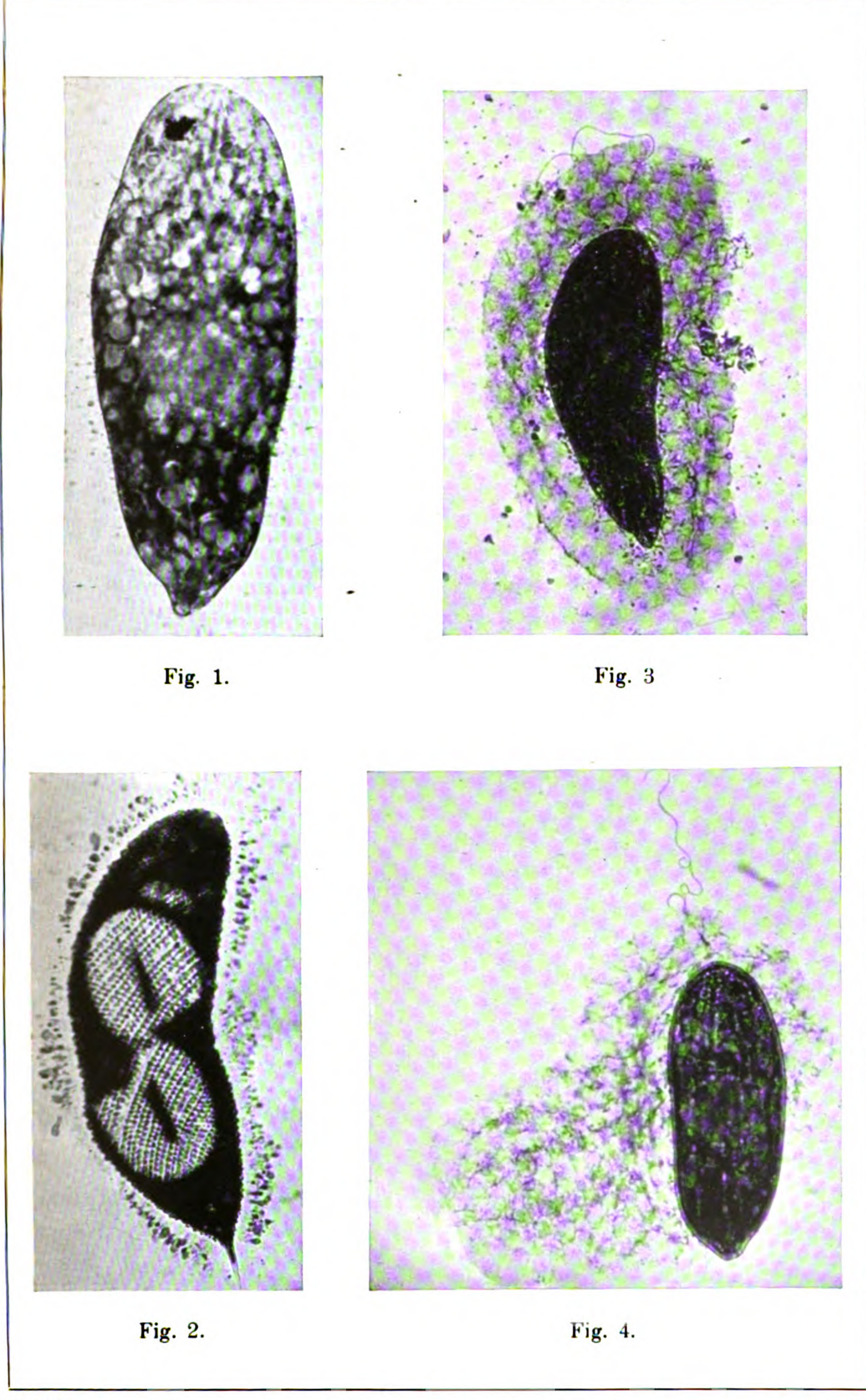


Fig. 1. Fig. 3

Fig. 2. Fig. 4.

Mainx.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Einiges über neue oder ungenügend bekannte Chytridineen.

(Der „Beiträge zur Kenntnis der Chytridineen". Teil II.)

Von

A. Scherffel.

(Hierzu Tafel 9—11.)

Seit dem Jahre 1855, als ALEXANDER BRAUN seine grundlegenden Untersuchungen über diese interessanten Lebewesen veröffentlichte, ist die Zahl der bekannten Chytridiaceen-Arten beträchtlich gewachsen. Nach mehr als 40-jähriger Beschäftigung mit dem Mikrokosmos des Wassers meine ich jedoch, daß wir trotzdem von einer erschöpfenden Kenntnis ihrer Zahl noch recht ferne sind, daß die Chytridiaceen gewissermaßen die Uredineen des Wassers darstellen. Wie eine überraschend große Zahl der Phanerogamen von Rostpilzen heimgesucht wird, so dürfte es auch den Algen von Seite der Chytridiaceen ergehen, die ihnen entweder im lebenden oder im toten Zustande als Nährsubstrat dienen. Aber nicht nur die Chromatophoren führenden Algen und Phanerogamen, sondern auch ihre Stammesverwandten, ich meine Tiere und Pilze, ja selbst ihresgleichen liefern ihnen Nährmaterial, und ich möchte nun mit den Bewohnern dieser Substrate die Reihe der hier zu erwähnenden Formen eröffnen. Die Systematik soll aber hierbei nicht zum leitenden Prinzip der Anordnung gemacht werden. Wenn auch ein großer Teil der an dieser Stelle behandelten Formen nur in wenigen, ja einzigen Exemplaren, bisweilen nur ein einziges Mal zur Beobachtung kam, so möge daran erinnert werden, daß es der

hauptsächlichste Zweck der gegenwärtigen Mitteilung ist, die Aufmerksamkeit der Forscher auf diese Formen zu lenken, weil es mir selbst hier unmöglich gemacht wurde als Forscher tätig zu sein.

Bewohner tierischer Substrate.

Olpidium? difflugiae nov. spec. (Taf. 9 Fig. 1.)

Den 26. November 1893 fand ich im Innern eines defekten Gehäuses einer abgetöteten nicht näher bestimmten *Difflugia*, welche einer älteren Algenprobe aus dem Csorbaër-See in der Hohen-Tátra entstammte, ein einziges, der Reife nahestehendes Zoosporangium einer Chytridiacee.

Zoosporangium intramatrikal, das Gehäuse der *Difflugia* zum größten Teile ausfüllend, von dick-birnförmiger Gestalt (23 = 15 μ), mit rundlichem Bauchteil und einem dick-zitzenförmigen (stumpfgerundeten, kegelförmigen) Entleerunghals, welcher aus der Wirtszelle nicht hervorragte. Wand glatt, dünn, farblos. Inhalt farblos, ziemlich gleichmäßig dicht-feinkörnig. Rhizoiden offenbar nicht vorhanden. Schwärmer und Dauersporen unbekannt.

In *Difflugia* wurde meines Wissens bislang noch keine Chytridiacee gefunden. Als Rhizopoden bewohnend figuriert derzeit nur *Olpidium arcellae* Sorokin, welches aber einen cylindrischen, vom kugeligem Körper scharf abgesetzten, langen, aus dem Wirtsgehäuse hervortretenden Entleerungshals besitzt und formell mit *Olpidium entophytum* A. Br. vollkommen übereinstimmt, was sich von unserem Organismus ganz und gar nicht sagen läßt. Die Zoosporangien des Rotatorieneier befallenden *Olpidium gregarium* Now. haben zwar eine ähnliche Form und auch einen nur wenig hinausragenden Entleerungshals, dieser ist aber — meinen eigenen Erfahrungen nach — vom rundlichem Körper schärfer abgesetzt und mehr ausgeprägt zylindrisch; also auch hier ist keine vollkommene morphologische Übereinstimmung vorhanden.

Ob unser Organismus in der Tat ein *Olpidium* ist, kann bei dem Unbekanntsein seiner Schwärmer und deren Bildungsweise, der chemischen Beschaffenheit seiner Membran bestimmt nicht gesagt werden. Vorderhand muß er als eine neue Art dieser Gattung angesehen werden.

Olpidium vampyrellae nov. spec. (Taf. 9 Fig. 2—5.)

Diese beachtenswerte, in mancher Hinsicht aberrante Chytridiacee findet sich meist zu zwei oder drei, seltener zu mehreren

im Innern von *Vampyrella*-Zoocysten. Mit steigender Anzahl nimmt die Größe der einzelnen Individuen ab. Die einzelnen Vegetationskörper erscheinen als kugelige oder breit-ovale (sphäroidale), membranumgebene, von farblosem, körnigem Plasma erfüllte Zellen, von 10—12, oder 12—13 = 14—15 μ Durchmesser, welche gänzlich im Innern der Wirtszelle, die Nahrungsresidua der *Vampyrella* und die krümeligen Farbstoffausscheidungen ihres Plasmas zur Seite drängend, gewissermaßen in diese eingebettet, liegen (Taf. 9 Fig. 2—4). Werden diese Zellen zu Zoosporangien so fließen die Körnchen des Plasmas keineswegs — wie dies sonst bei den Chytridiaceen der Fall ist — zu den größeren, regelmäßig verteilten Fetttröpfchen zusammen, sondern ganz im Gegenteil es zeigt das Plasma solcher Sporangien die bereits den kurzen, 3—4 μ langen und 2 μ weiten, zitzenförmigen, die Membran der *Vampyrella*-Cyste durchbohrenden Entleerungshals entwickelt haben, ein dichtes, weißlich glänzendes, nahezu ganz homogenes Aussehen und läßt nur spärlich äußerst winzige Körnchen in seiner Masse erkennen. Der Entleerungshals erscheint alsdann frei von Plasma und führt nur wässerige Flüssigkeit, ja es ist unmittelbar unter demselben ein vakuolenartiger Raum von unregelmäßiger Begrenzung vorhanden, der im Laufe der Zeit Umriß und Ausdehnung ändert, wohl infolge amöboider Gestaltsänderung der das Sporangium erfüllenden Plasmamaße (Taf. 9 Fig. 3, 4 unteres Sporangium). In der homogenen, körnchenfreien Plasmamasse lassen sich mit Mühe bereits Andeutungen einer Zerklüftung in größere Portionen und einige kleine kontraktile Vakuolen erkennen, welch letztere Tatsache bei einer Chytridiacee ebenfalls sehr auffällig und ganz ungewohnt ist. Die Zerklüftung des Plasmas in kleinere und zahlreiche Portionen nimmt an Deutlichkeit immer mehr und mehr zu und wird endlich ganz distinkt. In den etwas eiförmigen Plasmaportionen von 3 = 2 μ Durchmesser, läßt sich außer einem dunkleren, vakuolenartigen Raum (von dem es leider nicht ganz sicher entschieden werden konnte ob er eine kontraktile Vakuole ist) an Körnchen kaum etwas erkennen, und vor allem fehlt hier der für die Chytridiaceenschwärmer so charakteristische Fetttropfen (Taf. 9 Fig. 4, oberes Sporangium). Endlich nach geraumer Zeit macht sich eine schiebende Bewegung in der maulbeerförmigen Masse der Schwärmer bemerkbar. Nun öffnet sich der Scheitel des noch immer flüssigkeitserfüllten Entleerungshalses und die bereits im Innern des Sporangiums fertig ausgebildeten Schwärmer werden einzelweise entleert; sie bleiben einen Augenblick vor der Mündung des Entleerungshalses ruhig liegen, schwärmen

aber nach einigen Zuckungen davon. Ihre Bewegung ist hüpfend, chytridiaceenartig. Sie haben einen ovalen, nach beiden Enden etwas zugespitzten, bisweilen eiförmigen Körper von $3 = 2\ \mu$ Diam, welcher aus dichtem, weißglänzenden, nahezu körnchenfreiem Plasma besteht (Taf. 9 Fig. 5). Daß der sonst typische Fetttropfen hier fehlt, wurde bereits vordem hervorgehoben. Vom Hinterende geht jedoch, scharf abgesetzt — wie bei allen Chytridiaceen — eine einzige, lange Geißel ab. Infolge der oval-eiförmigen Gestalt, des homogen erscheinenden Körpers und der einzigen, langen Geißel haben diese Schwärmer eine nahezu frappierende Ähnlichkeit mit tierischen (Säugetier-) Spermatozoën. Die Weiterentwicklung dieser Schwärmer und die Dauersporen dieses Organismus sah ich nicht.

In den Zoocysten von *Vampyrella spirogyrae* und in den jungen Zoocysten einer anderen *?Vampyrella*-Art bei Igló. Selten.

Wiewohl dieser Organismus durch das Auftreten kontraktiler Vakuolen im reifenden Zoosporangium und durch die des typischen Fetttropfens entbehrenden Schwärmer von der großen Mehrzahl der Chytridiaceen nicht unerheblich abweicht, so glaube ich doch ihn als eine *Olpidium*-Art ansprechen zu können.

Olpidium pseudosporearum **nov. spec.** (Taf. 9 Fig. 6, 7.)

Ich beobachtete diesen Organismus Ende Mai 1908 in den Zoocysten von *Pseudosporopsis bacillariacearum?*, anfangs April 1914 in jenen von *Pseudospora parasitica?*, in beiden Fällen innerhalb von *Spirogyra* bei Igló.

Die oval-eiförmigen ($12 = 9\ \mu$), jedoch auch mehr oder minder unregelmäßig geformten Zoosporangien liegen einzeln oder auch zu mehreren im Innern der Pseudosporeen-Zoocyste und besitzen eine sehr dünne, farblose, glatte Membran. Sind ihrer mehrere in einer Cyste vorhanden, so wachsen sie derart neben- und wohl auch durcheinander, daß sie mehr schlauchförmige, schwer feststellbare Gestalten annehmen und dann sind sie selbstverständlich auch von geringerer Größe, während einzeln vorkommende, allein das Lumen der Pseudosporeencyste nahezu ganz ausfüllen.

Die Zoosporangien erscheinen von dichten, homogenem, eigenartig weißlich glänzenden Plasma erfüllt, in dessen Maße in sehr großer Zahl die kugeligen Fetttröpfchen der zukünftigen Schwärmer von auffallender Kleinheit (ca. $1\ \mu$ Durchmesser), gleichmäßig verteilt, eingebettet liegen (Taf. 9 Fig. 6). Die Öffnung des Sporangiums erfolgt durch einen schwach ausgebildeten, papillen- (zitzen-) förmigen Entleerungshals, der kaum aus der Pseudosporeen-

cyste hervorragt (Taf. 9 Fig. 7). Die braune Nahrungsrestmasse der Pseudosporeencyste wird durch die Chytridiacee zur Seite gedrängt und findet sich neben dem Zoosporangium in der Pseudosporeenzoocyste. Das *Olpidium* nimmt also animalischerweise keine Nahrung auf, sein Plasma ist völlig farblos. Die Zahl der gebildeten Schwärmer ist eine besonders große. Die Schwärmer sind sehr klein, kugelig und führen exzentrisch den runden, winzigen Fetttropfen von 1 μ Durchmesser. Die einzige Geißel ist von ganz bedeutender, auffallender Länge. Man findet die Schwärmer im Lumen der *Spirogyra*-Zelle in ganz launenhafter Bewegung; öftere und längere Ruhepausen wechseln mit hüpfend gleitenden Bewegungsphasen — man könnte sagen — willkürlich ab. Es ist nicht das automatische Schwärmen pflanzlicher Schwärmzellen, sondern es gleicht der Bewegungsart der Bakterien, die sich auch mehr animalisch, unstet, mehr willkürlich bewegen. Das fernere Schicksal der Schwärmer blieb mir unbekannt und ebensowenig bekam ich Dauersporen zu Gesicht.

Das Vorkommen einer Chytridiacee in den Zoocysten von Monadinen ist zwar nahezu eine neue, aber möglicherweise doch nicht eine vollends einzig dastehende Erscheinung. Zopf (1888 p. 351) erwähnt nämlich, daß er in der Zoocyste einer in *Spirogyra* lebenden *Pseudospora* ein *Olpidium* mit langem Hals beobachtet habe. Aus Raummangel teilte er aber l. c. keine Zeichnung und keine nähere Beschreibung mit, die an einem anderen Orte erscheinen sollte, die aber meines Wissens nicht erschien. Mit unserem *Olpidium* ist jenes „langhalsige“ *Olpidium* Zopf's keinesfalls identisch, ja ich glaube Grund zur Vermutung zu haben, daß es sich hierbei um einen Organismus handelt, den auch ich und zwar in den Zoocysten von meiner *Pseudospora leptoderma* beobachtete, der aber überhaupt kein *Olpidium*, sondern ein Organismus von ganz unsicherer — man kann sagen — derzeit unbekannter Stellung ist, welchen ich bei späterer Gelegenheit, demnächst näher bekannt zu machen gedenke.

Olpidium leptophrydis **nov. spec.** (Taf. 9 Fig. 8.)

Den 31. Oktober 1906 fand ich bei Igló eine Zoocyste von *Leptophrys vorax*, welche ein nahezu vollständig verdautes Exemplar von *Gomphonema* einschloß. Gewissermaßen dieser inkorporierten *Gomphonema*-Frustel ansitzend, fanden sich im Innern der *Leptophrys*-Zoocyste vier Zoosporangien einer Chytridiacee, deren drei entleert waren, das vierte aber sich im Zustand der Reife befand.

Zoosporangien intramatrikal, niedergedrückt kugelig (sphäroidal) an ihrer Außenfläche schwach konisch zugespitzt und in einen an Länge der Körperhöhe beinahe gleichkommenden, cylindrischen oder nach der Spitze etwas verschmälerten Entleerungshals auslaufend, welcher die Membran der *Leptophrys*-Cyste durchbohrt und über deren Oberfläche nahezu mit seiner ganzen Länge hinausragt. Membran dünn, glatt, farblos. In dem reifen, inhaltführenden Zoosporangium waren die gleichgroßen, starklichtbrechenden, kugeligen Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer im dichten, homogenen, weißlich glänzenden Plasma zu sehen. Es bot das Bild eines typischen Chytridiaceen-Zoosporangiums. Das Ausschwärmen der Schwärmer und diese sah ich nicht.

Allem Anschein nach handelt es sich hier um ein *Olpidium*, das aber schon durch die Gestalt seiner Zoosporangien und durch das Auftreten der charakteristischen Fetttropfen bei der Bildung der Schwärmer von dem oben beschriebenen *Olpidium vampyrellae* scharf geschieden ist und eine neue Art darstellt.

Rhizophidium leptophrydis **nov. spec.** (Taf. 9 Fig. 9).

Ein einziges Mal, den 26. Juli 1902 fand ich bei Igló, einer Zoocyste von *Leptophrys vorax* ansitzend, ein einziges der Reife entgegengehendes Zoosporangium einer Chytridiacee, die jedenfalls neu sein dürfte.

Sporangium extramatrikal, im Bauchteil kugelig, am Scheitel in sehr charakteristischer Weise scharf-kegelförmig zugespitzt, 24 μ hoch, 21 μ dick (apikaler Kegel an seiner Basis 10 μ, 5 μ hoch, mithin von rund-birnförmiger Gestalt mit kegelförmiger Zuspitzung). Membran glatt, farblos, dünn. Inhalt gleichmäßig und ziemlich feinkörnig, vakuolenfrei (Zustand vor der Bildung der Fetttropfen der Schwärmer). Der kegelförmige Scheitel von dichter, körnchenfreier Substanz erfüllt. Öffnungsweise und die Schwärmer unbekannt. Ein intramatrikales Rhizoidsystem war nicht erkennbar, was aber keineswegs so viel heißt, daß ein solches nicht vorhanden ist.

Der äußeren Erscheinung nach dürfte hier eine *Rhizophidium*-Art vorliegen, welche aber von dem auf *Vampyrella*-Cysten gefundenen *Rhizophidium vampyrellae* Dang. (welches gewissermaßen *Rhizophidium globosum* auf *Vampyrella* darstellt) durch die eigenartige, charakteristische Gestalt seiner Sporangien unbedingt verschieden ist. Die Vampyrellidee *Leptophrys vorax* war bisher überhaupt als Wirtssubstrat von Chytridiaceen unbekannt.

Chytridium lateoperculatum **nov. spec.** (Taf. 9 Fig. 10.)

Das extramatrikale (entleerte) Zoosporangium hat die Gestalt eines ziemlich niedrigen (12 μ hohen und 20 μ weiten) Napfes, welcher mit breiter Grundfläche dem Wirtssubstrate sich anschmiegend diesem aufsitzt. Infolge der Kugelgestalt desselben erscheint die Grundfläche nach dem Innern des Sporangiums schwach emporgewölbt. Die Seitenwand ist von elegantem Schwung, basalwärts ist sie bauchig ausgesackt, aufwärts sanft nach innen geneigt, um dann plötzlich in einen schmalen, scharfen Rand auszubiegen. Das Sporangium öffnet sich mit einem scharfen Kreisriß, durch Abheben eines flach gewölbten, schüsselförmigen Deckels von 20 μ Durchmesser. Die Sporangiummembran ist glatt und farblos.

Ich konnte den 23. Juli 1903 nur ein einziges entleertes Sporangium zu Igló beobachten und so blieben die Schwärmer und alles andere unbekannt. Auf einer Zoocyste von *Vampyrella pendula* Cienk., deren Inhalt desorganisiert und stark gelichtet erscheint. Das jedenfalls vorhandene intramatrikale Rhizoidsystem ließ sich nicht erkennen.

Zufolge der Öffnung des Sporangiums mittels eines Deckels gehört diese schöne Chytridiacee in die Gattung *Chytridium* und es ist diese bisher die einzige *Chytridium*-Art, die auf *Vampyrella* angetroffen wurde.

Flagellaten (Chrysomonadineen) bewohnende Formen.

Rhizophidium utriculus **nov. spec.** (Taf. 9 Fig. 11.)

Auf den Ruhezellen (Cysten?) einer nicht näher zu bestimmen gewesenen Chrysomonadine fand ich einzelweise den 18. April 1895 entleerte Zoosporangien einer Chytridiacee. Dieselben saßen extramatrikal mit ihrem schmalen Ende der Oberfläche der Wirtszellmembran auf und hatten die Gestalt eines etwas unregelmäßigen, im ganzen mehr oder weniger cylindrischen, kurzen Schlauches, der etwa doppelt so lang als dick (13—14,7 = 6—8 μ) war. Die Membran war glatt, dünn und farblos. Das distale Ende des schlauchförmigen, ganz entleerten Sporangiums erschien der ganzen Breite nach offen, die Öffnung war augenscheinlich durch Vergallertung des Scheitelteiles erfolgt. Die Schwärmer sah ich nicht. Im Innern der Wirtszelle war als Rest ihres Inhaltes nur ein zusammengeschrumpftes, braunes, unregelmäßiges Körperchen, der Chromatophorrest, zu sehen, nichts aber von einem intramatrikalen Teil des Parasiten.

Dies einzige Mal und nie wieder bei Igló beobachtet.

***Rhizophidium chrysopyxidis* nov. spec.** (Taf. 9 Fig. 12.)

Das Zoosporangium sitzt extramatrikal, stets in der Mitte oder dem unteren Teil der Seitenwand des *Chrysopyxis*-Gehäuses, diesem senkrecht auf, offenbar weil der Parasit so die im basalen Teil des Gehäuses sitzende Flagellatenzelle, wenn auch nicht auf dem leichtesten, so doch auf dem kürzesten Wege erreichen kann, in welche er, die Gehäusewandung durchbohrend, mit einem kurzen, ziemlich dicken, unverzweigten, an seinem inneren Ende knopfförmig angeschwollenen Haustorium eindringt. Als Rest der verzehrten nackten Flagellatenzelle bleiben nur einige farblose Krümel und ein dunkelbraunes verschrumpftes Klümpchen (der Chromatophor) zurück. Das Sporangium hat eine zarte, glatte, farblose Wand, ist oval, 8 μ lang und 6 μ dick und öffnet sich durch Vergallertung am Scheitel mit einem schnabelförmig vorgezogenen (zitzenförmigen) Entleerungshals. Die Schwärmer und Dauerzustände habe ich nicht gesehen.

Auf einer nicht näher bestimmten, möglicherweise neuen *Chrysopyxis*-Art bei Igló im Mai 1908 in wenigen Exemplaren beobachtet. Diese beiden Chrysomonaden befallenden Chytridiaceen sind deshalb interessant, weil Chrysomonadineen als Nährsubstrat von Chytridiaceen bisher nicht bekannt geworden sind.

Bewohner von Bacillariaceen.

***Podochytrium clavatum* Pfitzer.** (Taf. 9 Fig. 13—16.)

Diese schöne, Bacillariaceen bewohnende Chytridiacee ist deshalb beachtenswert, weil beim Eintreten der Fruktifikation der extramatrikale Vegetationskörper durch Auftreten einer Querwand sich in einen oberen fertilen und in einen unteren, steril bleibenden und zugrunde gehenden Teil sondert, mithin zweizellig wird. Der zumeist birnförmige, obere, fertile Teil kann entweder ohne Einschaltung eines cylindrischen Teiles aus dem Körper des an der Wirtszelloberfläche zur Ruhe gekommenen Schwärmers durch Aussprossung an dessen Scheitel hervorgehen und dann erscheint der Körper des ehemaligen Schwärmers als ein leerer, kugeliger oder nach oben etwas zugespitzter, schwach verkehrt eiförmiger Knopf an der Basis des Sporangiums, welcher unmittelbar der Oberfläche der Wirtszelle aufsitzt. In diesen Fällen wird die Querwand, welche den fertilen Teil vom sterilen sondert, an der engsten Stelle, an der Grenze zwischen dem ehemaligen Schwärmer und dem

aus demselben hinausgewachsenen Zoosporangium, gebildet und der Schwärmerkörper allein stellt nun den „Stiel" dar (Taf. 9 Fig. 13). In anderen Fällen wird aber ein mehr oder weniger langes, cylindrisches, steril bleibendes Stück zwischen dem Körper des ehemaligen Schwärmers und dem Körper des Zoosporangiums eingeschaltet, welches dann länger gestielt erscheint, da die Querwand erst dort gebildet wird, wo die Ausbauchung des Zoosporangiumkörpers beginnt. Diese Formen kann man, im Gegensatz zu den vordem erwähnten, als „gestielte" bezeichnen (Taf. 9 Fig. 14). Den 15. April 1902 fand ich bei Igló ein besonders langgestieltes Exemplar auf einer *Pinnularia* (Taf. 9 Fig. 15), welches (ganz abweichend von den vorherrschenden Formen) die Gestalt eines langgestielten Pokals besaß. Der „Stiel", an Länge beinahe dem Zoosporangium gleichkommend, zeigte an seiner Basis als Rest des ehemaligen Schwärmerkörpers nur eine kleine, schwache, knopfartige Anschwellung, nach aufwärts alsdann eine sehr allmähliche und ganz schwache, verkehrt-kegelförmige Dickenzunahme, um dann, sozusagen unvermittelt, in den stark ausgeweiteten, rundlichen, breit-becherförmigen Körper des Zoosporangiums überzugehen. Die Querwand, welche den Stiel vom Sporangium schied, lag oben an der Grenze beider und erschien konvex in das Innere des entleerten Sporangiums vorgewölbt. Dieses Sporangium besaß mithin eine so abweichende Form, daß man versucht wäre, an eine neue *Podochytrium*-Art zu denken. Aber ich glaube, daß eine solche keineswegs vorliegt und daß es sich hier nur um eine Formvariation bei ein und derselben Art handelt, wie auch das hier Angeführte nur dazu dienen soll, auf die vorkommenden Formabweichungen hinzuweisen.

Bei Behandlung mit Chlorzinkjod färbt sich kein Teil der Membran violett, alles bleibt farblos.

Den 26. Juni 1906 fand ich extramatrikale Dauersporen an *Gomphonema micropus* Kütz. bei Igló, welche ich geneigt wäre für die bisher unbekannten Dauersporen zu halten (Taf. 9 Fig. 16a, b), wenn diese nicht zu jenem Organismus gehören, den Petersen (1910 p. 552, Fig. XXIV d) als *Rhizophidium septocarpoides* bezeichnete, dessen Dauersporen aber ebenfalls nicht bekannt sind. Der extramatrikale Körper des diese Dauersporen bildenden Organismus von geringer Größe (nur 11 μ lang und 6 μ dick) hatte exquisite Keulengestalt und ähnelte sehr demjenigen von *Podochytrium clavatum*; es fehlte jedoch die knopfförmige Basis und so könnte man auch daran denken, ob hier nicht *Rhizophidium fusus* Zopf vorliegt. Bei diesem befindet sich aber die größte Dicke in der Mitte des Körpers und

derselbe ist beidendig, also nach der Basis und dem Scheitel zu, verjüngt. Die beobachteten Dauerzellen sind dunkel konturierte, stark- und glattwandige Zellen von viereckig-ovaler oder stopfenförmiger Gestalt (6—8 μ lang, 4—5 μ dick) und führen als Inhalt, dicht gedrängt mehr oder weniger große Fetttropfen. Allem Anschein nach entstehen sie ungeschlechtlich, indem die größere, obere Hälfte des extramatrikalen Vegetationskörpers die Membran stark verdickt, nachdem sie sich von der unteren, leer und zartwandig bleibenden, durch eine ebene Querwand abgesondert hatte. Bei der Bildung der Dauerspore wird also auch eine Stielzelle gebildet und dies scheint mir, im Verein mit der typisch keulenförmigen Gestalt, dafür zu sprechen, daß hier die Dauersporen von *Podochytrium* vorliegen. Daß die Dauersporen hier durch Umwandlung eines Zoosporangiums entstehen, spricht ferner zugleich dafür, daß *Podochytrium* ganz richtig seinen Platz in der Familie der Rhizidiaceae erhielt.

Ich fand *Podochytrium clavatum* Pfitzer bei Igló nicht nur — wie es bisher angegeben wurde — auf *Pinnularia*, sondern auch auf *Melosira varians* (siehe Scherffel 1904 p. 116); im Februar 1920 auch auf *Amphora ovalis* Kütz. und *Cymatopleura solea* Bréb. Es kommt demnach auf verschiedenen Diatomeen vor, und so involviert der oben erwähnte Dauersporenfund auf *Gomphonema* auch in dieser Hinsicht keine Unmöglichkeit.

Auf *Melosira* und *Amphora* werden die Zoosporangien an ganz beliebigen Stellen des Diatomeenpanzers gebildet und nicht etwa nur an den Fugen der Panzerstücke, d. h. an unverkieselten Stellen der Diatomeenwand, wie es Zopf (1888 p. 348) für *Pinnularia* angab. Der Schwärmer besitzt also ganz sicher die Fähigkeit die verkieselte Membran zu durchdringen und die Verkieselung ist kein so absoluter Schutz gegen Angriffe von Parasiten, wie es Zopf l. c. anzunehmen geneigt scheint. Daß Schwärmer eine verkieselte Membran zu durchbohren vermögen, dafür liefert einen klaren Beweis meine *Aphanomycopsis* (Scherffel 1925 p. 11, Taf. 1 Fig. 34) [1]. Es soll aber

[1]) *Aphanomycopsis bacillariacearum* zeigt uns aber auch, daß der erwachsene Organismus sich nicht dieses Mittels bedient, um seine Fortpflanzungszellen in Freiheit zu setzen, sondern daß er beim Hinaussenden des Entleerungsschlauches einen ganz anderen Weg einschlägt. Sollte die Fähigkeit die verkieselte Membran der Diatomee zu lösen nur dem Plasma des eindringenden Keimlings zukommen und diese Fähigkeit auf späteren Stadien der Entwicklung verloren gehen? Jedenfalls muß es bei Bacillariaceen befallenden Parasiten für die Sicherung ihres Artfortbestehens als ein großer Vorteil erscheinen, daß dem eindringenden Keimling die Fähigkeit verliehen ist, die verkieselte

nicht geleugnet werden, daß auch *Podochytrium* bei *Melosira* jene Stellen bevorzugt, wo Fugen in der Frustel vorhanden sind, nämlich wo die Gürtelbänder zusammenstoßen, wo sich die Schale an das Gürtelband fügt. Der Parasit wählt sich in der Tat zumeist jene Stellen aus, wo er den geringsten Widerstand findet, und beutet die Bauverhältnisse des Diatomeenpanzers zu seinem Vorteil aus. So hat Zopf bis zu einem gewissen Grade doch recht.

***Chytridium*(?) *versatile* nov. spec.** (Taf. 9 Fig. 17—20).

Zoosporangium extramatrikal, gestaltlich demjenigen von *Podochytrium clavatum* Pfitzer auffallend ähnlich, jedoch bedeutend größer, nämlich 30—43 μ hoch und 15—25 μ dick, also nahezu 2 mal so lang als dick; birnförmig, in der unteren Hälfte des Körpers basalwärts kegelförmig zugespitzt, zeigt die Basis selbst einen knopfförmigen, durch eine seichte, ringförmige Furche vom keulenförmigen

---

Membran des Wirtes zu durchbohren, während der erwachsene und endophytisch vegetierende Parasit auf eine andere und vielleicht leichtere Weise es fertig bringt, seine Fortpflanzungszellen aus dem verkieselten Gefängnis in Freiheit zu setzen. Die Durchbohrung, d. h. Lösung der verkieselten Diatomeenmembran ist sehr wahrscheinlich ein Prozeß, der von Seite des dies ausführenden Parasiten mit komplizierten chemischen Vorgängen verknüpft ist, welche zu realisieren der Organismus nicht allezeit und in jeder Phase seiner Entwicklung fähig sein dürfte, sondern nur in einem bestimmten Stadium derselben, sage bei der Keimung des Schwärmers. Das Hinaussenden des Entleerungshalses durch Hindurchzwängen desselben zwischen den Gürtelbandplatten, wie es uns *Aphanomycopsis*, *Lagenidium enecans* und *brachystomum* zeigen, ist auch keine einfache Aufgabe, und die Ausbildung des so merkwürdigen Spreizapparates, welcher die Gürtelbandplatten auseinanderzwängt und Raum schafft zum Hindurchtritt des Schlauches und der Schwärmer, ist auch mit einem Mehraufwand von Baumaterial und Kraft verbunden. Sowohl eine Durchbohrung der verkieselten Membran, wie auch das umständlichere Hindurchzwängen zwischen den Platten der Gürtelbänder kann aber vermieden werden, wenn der endophytische Parasit einfach die beiden Schalen des Diatomeenpanzers klaffend auseinandertreibt (wie es die *Ectrogella*-Arten zu tun pflegen) und so wenigstens einen Teil seines Körpers freilegt, wenn er sich hierbei auch des Schutzes begibt, den ein dauernd geschlossen bleibender Panzer seinem zarten Körper gewährt. Zu einem solchen Auseinandertreiben genügt offenbar schon eine entsprechende Volumenzunahme des Parasitenkörpers, die vielleicht auch so, als Folge der natürlichen Entwicklung eintritt. Dieser letztere Typus kann vielleicht als der vollkommenere angesehen werden, weil der Zweck demnach mit dem anscheinend einfachsten Mittel erreicht wird. Ja bei *Ectrogella monostoma* erfolgt diese Volumenzunahme nicht einmal im Bereiche des ganzen Körpers, sondern nur an einem ziemlich eng begrenzten Teil, durch die Entwicklung der „Schwellblase“ in der Mitte oder einem Ende des Körpers genähert, die somit ihrer Aufgabe noch vollkommener gerecht wird, was sozusagen den höchsten Grad der Vollkommenheit darstellt (siehe Scherffel 1925, Taf. 1 Fig. 10, 11, 17).

Teil des Körpers abgegrenzten, gerundet-cylindrischen oder niedrig- und breit-cylindrischen stielartigen Absatz von 4,5 μ Breite und 3,6 μ Höhe, der aber im Gegensatz zu *Podochytrium clavatum* nicht durch eine Querwand von Lumen des Sporangiums abgegrenzt wird, sondern — wie bei *Obelidium* — zu diesem gehört. Am Scheitel des Sporangiums markiert sich gewöhnlich, durch eine ganz seichte Einschnürung (Ringfurche) begrenzt, ein kappenförmiges Stück der Membran, das den Eindruck eines gewölbten Deckels macht, der im optischen Längsschnitt als schwarze Linie sich deutlich vom übrigen Teil der Sporangiumwand abhebt (Taf. 9 Fig. 17, 18, 19 links). In einem Fall lag dieser Deckel neben der Mündung eines entleerten Sporangiums, dessen Öffnung also tatsächlich durch Abwerfen desselben erfolgt war (Taf. 9 Fig. 20 links). In einem anderen Fall war aber die Öffnung eines entleerten Zoosporangiums derart unregelmäßig, daß von einer Öffnung auf solche Weise keine Rede sein konnte. Welche Öffnungsweise demnach die normale ist, dies bleibt also noch sicherzustellen; mir will es aber nach allem — was ich gesehen habe — scheinen, daß die Ausbildung und das Abwerfen eines Deckels die Regel und der Organismus aller Wahrscheinlichkeit nach in die Gattung *Chytridium* zu stellen ist. Die Membran des Sporangiums ist farblos, glatt und ziemlich stark. Die Entleerung des Sporangiums sowie die Schwärmer habe ich nicht beobachtet. Abweichend von *Podochytrium* und den allermeisten Chytridiaceen, welche extramatrikale Zoosporangien besitzen, sitzen diese nicht direkt und unbeweglich befestigt der Oberfläche des Wirtssubstrates auf, sondern sie sind mittels eines ca. 3,5 μ langen und ca. 1 μ dicken, solide erscheinenden Fadens, welcher eigentlich ein Rhizoidfortsatz ist, an der Gürtelbandfläche der Diatomee, wie eine Birne mit ihrem Stiel an den Zweig, nach allen Seiten beweglich (versatil) befestigt (Taf. 9 Fig. 17—19). Diese merkwürdige Erscheinung ist aber eine höchst interessante Anpassung an die Lebensweise dieses Organismus, der sich sozusagen stets an lebenden *Cymatopleura solea*-Individuen findet und auffallenderweise seinen Wirt derart wenig schädigt, daß selbst solche *Cymatopleura*-Individuen, welchen solche Sporangien dieser Chytridiacee aufsitzen, deren Inhalt schon die gleichgroßen und regelmäßig verteilten Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer zeigen (also reif sind), ja schon zum Teil entleerte Sporangien tragen, noch die Gleitbewegung von Fremdkörpern längs der Kanalraphe erkennen lassen und normal die Schwimmbewegung ausführen. Wohl erscheint der Chromatophor der Diatomee etwas verklumpt,

die Lappen seines fiederspaltigen Randes sind nicht so scharf geschnitten, sondern mehr gerundet und verschwommen (Taf. 9 Fig. 17), aber dies ändert nichts an der Tatsache, daß diese Chytridiacee das Leben der *Cymatopleura*-Zelle kaum tödlich gefährdet. Ja es drängt sich die Frage auf, ob sich dieses *Chytridium* nicht eigentlich nur von jener Gallerte ernährt, welche die Oberfläche der Diatomee überziehen dürfte, deren Dasein durch die adhärierenden Sand- und Detrituspartikel wahrscheinlich gemacht wird und es sich hier mehr um einen saprophytischen Organismus als um einen Parasiten handelt. Das Sporangium, welches einer im beweglichen Zustand befindlichen Zelle aufsitzt, muß aber in der Lage sein, Hindernissen ausweichen zu können, wenn es solche zu überwinden gilt. Mechanisch unbeeinflußt steht das ansehnlich große, birnförmige Sporangium von der Oberfläche der Diatomee senkrecht ab (Taf. 9 Fig. 17). Die mit demselben behaftete *Cymatopleura* schwimmt aber selbst durch dichte Algen- und Detritusmassen hindurch, und bei solchem Durchdringen kompakter Medien müßte ein solches Chytridiaceensporangium ein bedeutendes Hindernis abgeben, welches weggescheuert d. h. abgerissen werden würde, wenn es nicht zufolge seiner „versatilen" Anheftungsweise in der Lage wäre, dieser Gefahr zu begegnen, die Reibung auf ein Minimum zu reduzieren. Durch den beim Vorwärtsgleiten der Diatomee dem *Chytridium*-Sporangium sich in den Weg stellenden Gegenstand wird nämlich das senkrecht abstehende Sporangium niedergebeugt und derart dem Körper der Diatomee angedrückt, daß der basale, kegelförmige Teil, das zugespitzte Ende des Sporangiums dem vorangehenden Vorderende der Diatomee zugekehrt ist, während der dicke, keulenförmige Scheitelteil des Sporangiums nach dem Hinterende der Diatomee gerichtet ist (Taf. 9 Fig. 19). Es geschieht also hier Ähnliches wie mit dem Schornstein eines Flußdampfers beim Passieren einer Brücke! Man sieht, wie auf solche Weise das abstehende Sporangium dem mechanischen Insult nach Möglichkeit ausweicht und es fertig bringt, ohne abgerissen zu werden, samt seinem Wirte dichte Detritusmassen schadlos zu passieren. Man muß aber auch über die Zugfestigkeit staunen, welche der kaum 1 μ dicke Rhizoidfaden solchen Einwirkungen gegenüber aufweist. Hört die Wirkung des Hindernisses auf, so richtet sich das Zoosporangium wohl infolge der Elastizität des Rhizoidfadens wieder auf, was so rasch erfolgt, daß hierbei Wachstumsvorgänge als ausgeschlossen gelten können. Der basale Rhizoidfaden, welcher nicht nur als Anheftungsorgan fungiert, wohl auch als nahrungsaufnehmendes, dringt unverzweigt, allem

Anschein nach zwischen den beiden Gürtelbandplatten der *Cymatopleura*, ein, ohne jedoch in ihren Zelleib einzudringen.

Auf lebenden Zellen von *Cymatopleura solea.* Bei Igló im März 1920.

Als jüngste Stadien sah ich nur von stark lichtbrechenden dunklen Körnchen gleichmäßig erfüllte Sporangien ohne jegliche Vakuolen, welche also vor der Bildung der Schwärmerfetttropfen standen (Taf. 9 Fig. 19 rechts). Weiter fortgeschrittene Stadien zeigten bereits die gleichgroßen und gleichmäßig verteilten, kugelrunden Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer von ca. 1,8 μ Durchmesser und auch die zarten Abgrenzungen in die Portionen d. h. den in die Schwärmer zerfallenen Inhalt (Taf. 9 Fig. 17, 19 links). Entleerte Sporangien konnte ich leider nur in wenigen Exemplaren beobachten (Taf. 9 Fig. 20). Dauersporen habe ich nicht gefunden. Trotz dem massenhaften Vorkommen der Nährpflanze war der Organismus doch nicht häufig.

Die knopfförmige Anschwellung oder besser gesagt der kurzcylindrische Teil an der Basis des Sporangiums ist offenbar, wie bei *Podochytrium*, der Körper des ehemaligen Schwärmers, dem demnach eine Größe von 3—4 μ zukommen wird. Aus dem Körper dieses Schwärmers wächst wohl, ebenfalls wie bei *Podochytrium*, der Körper des Sporangiums hervor und bis zu diesem Punkt würden sich beide Organismen, die gestaltlich so übereinstimmen, gleich verhalten. Bei *Podochytrium* wird aber der basale Teil des Sporangiums durch eine Querwand abgeschieden, was hier — wie bei *Obelidium* — nicht geschieht. Trotz der habituellen Ähnlichkeit handelt es sich um zwei ganz verschiedene Organismen; denn *Podochytrium* verhält sich auch biologisch anders, seine reifen Zoosporangien finden sich stets auf abgestorbenen Diatomeen und nie auf intakten, lebenden, wie diejenigen von *Chytridium versatile.* Bei letzterem ist jedenfalls das interessanteste die bewegliche Anheftungsweise der Zoosporangien, als eine überraschende, zweckmäßige Anpassungserscheinung an das Leben auf einer beweglichen Zelle, als eine rationelle Einrichtung zur Abwehr mechanischer Insulte beim Transport durch die Diatomee.

Gestaltlich und seinem Vorkommen auf Diatomeen nach steht auch *Chytridium epithemiae* Now. dem *Chytridium versatile* nicht fern. Doch ist das Zoosporangium bei *Chytridium epithemiae* nicht so gestreckt-birnförmig (keulenförmig), sondern mehr gedrungen, rundlich („radieschenförmig“ wie es Nowakowski sagt). Vgl. Nowakowski 1877 p. 82 Taf. IV Fig. 12, 13. Auch die Größe der Sporangien

(12 μ Diam) ist hier viel geringer als diejenige von *Chytridium versatile.* Dann fehlt die knopfförmige Anschwellung an der Basis des Sporangiumkörpers, indem die Sporangiumbasis sich gleichmäßig kegelförmig in den längeren und schlanken Stiel verschmälert. Endlich hat das Zoosporangium von *Chytridium epithemiae* zwei Deckel (einen am Scheitel, den anderen unterhalb, seitlich), von denen jedoch nur einer abgeworfen wird. Auf Grund dieser Unterschiede kann unser Organismus nicht mit *Chytridium epithemiae* Now. für identisch angesehen werden. Es handelt sich hier um einander nahestehende, jedoch verschiedene Arten. Auch erwähnt Nowakowski nichts davon, daß sein *Chytridium epithemiae* „beweglich" befestigt der Wirtszelle aufsitzt. Ferner fand er es nur auf anscheinend durch ihn abgetöteten, also nicht lebenden Epithemien, auf *Epithemia zebra* (Ehrenbg.) Kütz. und nur auf dieser Art, während es auf anderen, mit dieser gesellig lebenden Diatomeen nicht beobachtet wurde.

Physorhizophidium pachydermum nov. gen. nov. spec.
(Taf. 9 Fig. 21—40.)

Befällt die lebenden Zellen von *Amphora ovalis* Kütz., welche es abtötet. Bei Igló im Februar 1920 beobachtet. Die Bacillariacee *Amphora ovalis* Kütz. war bisher als Wirtspflanze von Oomyceten gänzlich unbekannt; sie repräsentiert sich nun bereits als Wirt von *Podochytrium clavatum*, *Physorhizophidium pachydermum* und *Lagenidium enecans* Zopf.

Der zur Ruhe gekommene Schwärmer setzt sich an die Außenfläche der Wirtszelle fest und erscheint als ein kugeliges, aus homogenen, dichten, körnchenfreiem, weißlich glänzendem Plasma bestehendes Körperchen von 2,7 μ Durchmesser, welches exzentrisch, seiner dünnen Wand anliegend, ein kugeliges, stark lichtbrechendes, fettglänzendes und farbloses Fetttröpfchen führt (Taf. 9 Fig. 21). Der Keimling besitzt also durchaus das Aussehen und den Bau eines typischen Chytridiaceen-Schwärmers. Mit eintretendem Wachstum nimmt der Keimling an Größe zu, behält aber zunächst seine Kugelgestalt; auch erscheint die Anzahl der Fetttröpfchen von verschiedener Größe schon vermehrt (Taf. 9 Fig. 22). Nun macht sich aber alsbald die Tendenz bemerkbar, nicht in die Höhe, sondern in die Breite zu wachsen, indem zumeist seitlich ein breiter, kegelstutzförmiger Ansatz hervorwächst, wodurch das Zoosporangium die Form eines liegenden Eies erhält, dessen Spitze zumeist schief nach ab-

wärts, gegen das Substrat geneigt ist (Taf. 9 Fig. 23—25, 27, 29 links, 30). Selten ist dieser stumpf-kegelförmige Auswuchs dem Scheitel des im ganzen kugelförmig gebliebenen Sporangium aufgesetzt (Taf. 9 Fig. 29 rechts unten). Öfters wird das Sporangium breit-quer-oval und erhält eine unebene, etwas buckelige Oberfläche; aber auch diese quer-ovalen oder mehr unregelmäßigen Sporangien zeigen den breiten, stumpf-kegelförmigen Auswuchs, der an der Basis des Sporangiums schief und typischerweise nach abwärts gegen das Substrat gerichtet erscheint, wodurch die eigenartige, unregelmäßige Gestalt noch mehr erhöht wird (Taf. 9 Fig. 26—28). Die Größe der Sporangien ist nicht unbedeutenden Schwankungen unterworfen; sie sind 8—21,6 μ hoch und 10—27 μ lang. Wird eine Wirtszelle nur von einem einzigen Parasitenindividuum befallen und demzufolge nur ein einziges Sporangium gebildet, so erreicht dieses infolge der günstigen Ernährungsverhältnisse (bei dem Ausschluß jeglicher Konkurrenz um die Nahrung) bedeutendere Größe (27 μ Länge, 18 μ Höhe), als wenn mehrere um die Nahrung gleichzeitig konkurrieren. Sehr charakteristisch für diese Chytridiacee ist die für ein Zoosporangium auffallend starke, dicke Wand, welche mit Chlorzinkjod behandelt farblos bleibt, in allen Teilen keine Cellulosereaktion gibt. Bemerkenswert ist es ferner, daß diese dicke Wand des Sporangiums von dem breit- und stumpf-kegelförmigen Auswuchs gewissermaßen durchbrochen und dieser Auswuchs an seiner Spitze nur von einer dünnen Membran bedeckt erscheint (Taf. 9 Fig. 24, 25. 30. 35). Es hat den Anschein, als würde dieser Auswuchs nur von einer dünnen Innenlamelle der dicken Sporangiumwand bedeckt sein; das Bild hat einige Ähnlichkeit mit einer starkwandigen Pilzspore, welche auskeimend, einen zartwandigen Keimschlauch zu entwickeln im Begriffe steht (Taf. 9 Fig. 24, 25 rechts, 35).

Der Inhalt des Sporangiums ist dichtes, homogenes Plasma, welches in großer Zahl verschieden große, farblose, starklichtbrechende, fettglänzende Körperchen oder rundliche Tropfen führt, die offenbar Fett sind (Taf. 9 Fig. 28, 29, 33, 34). Vor der Schwärmerbildung werden diese groben Fettkörperchen zu feinen, gleichgroßen, glänzenden Körnchen emulgiert, so daß das Plasma eine, das ganze Sporangium gleichmäßig erfüllende, vakuolenfreie, gleichmäßig feinkörnige Masse darstellt (Taf. 9 Fig. 31), welche später ein wolkiges, flockiges Aussehen erhält. Nun fließen die feinen, glänzenden Körnchen portionsweise zu den gleichgroßen, äquidistant verteilten, runden Fetttröpfchen der zukünftigen Schwärmer zusammen. Schon auf diesem Stadium ist das Plasma bereits

in einzelne Portionen, in die Schwärmer zerfallen, was zwar direkt nicht zu sehen ist, aber bei Behandlung mit Jodreagentien ganz deutlich hervortritt. Der Scheitel des kegelförmigen Auswuchses solcher reifer Zoosporangien erscheint von einer völlig homogenen, absolut körnchenfreien Substanz erfüllt, die ein mattes und abweichendes Lichtbrechungsvermögen zeigt und den Eindruck macht, es handle sich hier um eine in Verquellung befindliche Masse (Taf. 9 Fig. 35). Die Öffnung des Sporangiums erfolgt durch ein scharf umschriebenes, kreisrundes Loch von 3—7 μ Durchmesser, welches durch Verquellung einer entsprechenden Wandpartie, nicht aber durch Abwerfen eines Deckels entsteht. Der Umriß dieses Loches ist schon lange bevor die Schwärmer gebildet sind deutlich (Taf. 9 Fig. 39), schon vor der Emulgierung der groben Fettpartikel sichtbar, aber die Öffnung bleibt von einer innersten Schicht der Sporangiumwand, die zunächst nicht verquillt, verschlossen (Taf. 9 Fig. 30) und das Verquellen dieser Schicht erfolgt erst dann, wenn die völlig ausgebildeten Schwärmer entlassen werden, was erst nach geraumer Zeit erfolgt (Taf. 9 Fig. 36). Diese kreisrunde Öffnung wird nie am Scheitel des Sporangiums gebildet, sondern befindet sich typischerweise seitlich, zumeist nahe der Spitze des seitlichen, kegelförmigen Auswuchses (Taf. 9 Fig. 37, 39) oder an der Spitze desselben (Taf. 9 Fig. 30, 36). So kommt sie meist nahe zur Anheftungsstelle des Sporangiums zu liegen und da sie oft substratwärts gerichtet ist (Taf. 9 Fig. 38, 35), so kann man dann mit Recht von einer basalen Öffnung reden. Seltener — aber ebenfalls seitlich, jedoch etwas nach oben orientiert — findet sich diese Öffnung am breiten Ende des liegend-eiförmigen Sporangiums. Die Schwärmer werden innerhalb des Sporangiums fertig gebildet und treten einzelweise aus (Taf. 9 Fig. 36). Die Schwärmer von 2,7 μ Durchmesser sind vollkommen kugelig und formbeständig, sie zeigen auch während der Ruhepausen keine amöboide Gestaltveränderung (Taf. 9 Fig. 40). Ihr Körper besteht aus weißlich-, mattglänzendem, homogenem, körnchenfreiem Plasma, welches bloß ein einziges, stark lichtbrechendes glänzendes Fetttröpfchen von nicht ganz 1 μ Durchmesser enthält, welches exzentrisch, der Körperwand anliegend, im Hinterende des Schwärmers, neben der Insertionsstelle der Geißel liegt. Es ist nur eine einzige, ca. 4—5 mal körperlange Geißel vorhanden, die während des Schwimmens nachgeschleppt wird, dabei aber schwach schlängelnde Bewegungen ausführt. Die Schwärmer sind also typische Chytridiaceenschwärmer und werden in beträchtlicher Anzahl im Sporangium gebildet. Nach dem Austritt aus dem

Sporangium bleiben sie nicht vor dessen Mündung ruhig liegen, sondern schwimmen sofort weg. Sie bewegen sich schon im Innern des Sporangiums lebhaft, sobald sie nur — mit fortschreitender Entleerung ihrer Mutterzelle — Luft bekommen. Ihre Bewegung ist wohl Chytridiaceen-artig, doch nicht ganz typisch d. h. sie schießen nicht in Zickzacklinien einher. Der Schwärmer schwimmt vielmehr, seine Geißel nachziehend, mehr oder weniger rasch gleitend (nicht schießend) in gerader Richtung vorwärts, dann werden durch plötzliche Schläge der Geißel einige kurze, zuckende Sprünge ausgeführt, dann wird wieder eine Strecke gleitend zurückgelegt und so fort. Also eine Art „Hüpfen" ist auch hier vorhanden. Recht oft wird die Bewegung durch mehr oder weniger lange Pausen unterbrochen, wobei die Geißel sich schlingenartig gegen den Schwärmerkörper zurückbiegt, gewissermaßen einrollt (Taf. 9 Fig. 40 x). Dieses Pausemachen ist sehr charakteristisch für die Schwärmer unserer Chytridiacee und eine auffallende Erscheinung. Dann erfolgt plötzlich ein Schlag mit der sich jäh streckenden Geißel und die Bewegung wird für einige, kurze Zeit wieder aufgenommen und so fort. Eine häufige Erscheinung ist es ferner, daß die Schwärmer Drehbewegung in kleinem Kreise (an einer Stelle kreisend) zeigen. Überhaupt kann man die Schwärmbewegung nicht als sehr lebhaft bezeichnen; die Schwärmer entfernen sich nicht weit vom Orte ihrer Entstehung und da die Nährpflanze *Amphora ovalis* meist in Nestern von zahlreichen Individuen vorkommt, so erscheint dieses Sichnichtentfernen aus dem Bereiche der Nährpflanze recht rationell. Die Schwärmer setzen sich an lebende *Amphora*-Zellen fest; der Organismus ernährt sich hierauf auf Kosten des Wirtes, den er zum Absterben bringt, er ist also tatsächlich ein Parasit. Als solcher bezieht er demnach seine Nahrung aus dem Innern der Wirtspflanze und so muß auch ein intramatrikaler, als Haustorium fungierender Teil vorhanden sein. Sofern die Beobachtungsverhältnisse günstig liegen, erkennt man ganz deutlich unterhalb der Anheftungsstelle des extramatrikalen Körpers, unmittelbar der Innenfläche der Wirtszellwand anliegend ein kleines, ca. 1,5—2 μ im Durchmesser haltendes, kugeliges, keinen geformten Inhalt führendes, mit deutlicher Wand versehenes Bläschen, welches das Haustorium darstellt (Taf. 9 Fig. 22, 26). Da in einem einzigen Fall von diesem intramatrikalen Bläschen an seinem inneren Ende ein fadenförmiger, wurzelartig sich verästelnder Fortsatz nach dem Zellinnern abzugehen schien (Taf. 9 Fig. 28) und in einem anderen Fall (wo aber das kugelige Haustorium fehlte) von der Basis des noch jungen extramatrikalen

Körpers ein wurzelartiger, jedoch unverzweigter, 4,5 μ langer und 1 μ dicker Rhizoidfortsatz abging (Taf. 9 Fig. 29 rechts), so kann man es vielleicht als wahrscheinlich hinstellen, daß hier auch noch ein intramatrikales Rhizoidsystem vorhanden sein dürfte, wenn auch in der großen Zahl der beobachteten Fälle überall nur das kleine, kugelige Haustorium und nichts weiter zu sehen war (Taf. 9 Fig. 30 bis 33). Unmittelbar über dem intramatrikalen Haustorium, zwischen diesem und der Basis des extramatrikalen Sporangiums ist ein extramatrikales kugeliges Bläschen, gewissermaßen ein kugelförmiger „Stiel" vorhanden, der allerdings nur unter günstigen Beobachtungsverhältnissen deutlich zu sehen ist, der aber allem Anschein nach in allen Fällen, wo das Sporangium einen gewissen Grad der Ausbildung erlangt hat, d. h. nicht noch zu jung ist, vorhanden ist. Diese extramatrikale „Stielblase" hat die Größe des intramatrikalen Haustoriums oder sie übertrifft dasselbe nur um ein geringes. Diese beiden kugeligen Bläschen werden voneinander durch den Kieselpanzer der Wirtszelle geschieden und kommunizieren nur durch eine nadelstichartige Öffnung miteinander. Sie stellen also derart einen sanduhrförmigen Körper dar und im optischen Längsschnitt zeigt ihre Wand demnach die Linie einer 8 (Taf. 9 Fig. 28, 30—34). Das basale extramatrikale Bläschen ist aber keineswegs der Körper des ehemaligen Schwärmers, der etwa wie bei *Podochytrium* das Sporangium sekundär entwickelte (da ja hier das Sporangium — wie bei allen *Rhizophidium*-Arten — durch Erstarkung und Wachstum aus dem Körper des Schwärmers direkt hervorgeht), sondern es muß als eine nachträgliche, kugelige Anschwellung des haustoriellen Teiles an der Oberfläche der Wirtszelle, als eine extramatrikale subsporangiale Blase, als eine Art „Appressorium" betrachtet werden. Daß diese Deutung richtig ist, dafür spricht der auf Taf. 9 in Fig. 34 abgebildete Fall. Hier dürfte der Schwärmer nicht unmittelbar an der Oberfläche der *Amphora*-Zelle zur Ruhe gekommen sein, sondern in geringer Entfernung von dieser. Hierauf sandte er den fadenförmigen Keimschlauch, die Raphe durchdringend in das Innere der Wirtszelle. Seine Spitze schwoll intramatrikal zum kugeligen Haustorium, der außen an die Oberfläche der Diatomee stoßende Teil zum kugeligen Appressorium auf. Das Sporangium, welches aus dem Körper des Schwärmers hervorging, ist also hier ziemlich lang gestielt und sitzt demnach mit einem dünnen, sich abwärts kegelförmig verdickenden Stiel, der in das scharf abgesetzte, kugelförmige, bedeutend dickere, extramatrikale Appressorium übergeht, der Wirtszelle auf. In den

meisten Fällen dringt der Parasit — wie auch hier — durch die Raphe in die *Amphora*-Zelle ein; seine Anheftungsstelle liegt also genau über der Raphe und demzufolge befindet sich das extramatrikale Stielbläschen (die subsporangiale Blase = Appressorium) diesseits, das kugelige Haustorium jenseits der Raphe im Innern der Wirtszelle, welche mithin diese beiden Bläschen voneinander scheidet (Taf. 9 Fig. 31, 33, 34), wie dies schon oben hervorgehoben wurde. Die Benutzung der Raphe als Eintrittspforte beweist aber keineswegs die Unfähigkeit des Schwärmers die verkieselte Bacillariaceenmembran durchbohren zu können, denn man findet genügend häufig Fälle, wo sich der Schwärmer entfernt von der Raphe festsetzte und daselbst in das Innere eingedrungen war, d. h. das Haustorium gebildet hatte. Auffallend ist es auch, wie dieser Parasit im allgemeinen die Gürtelbandflächen meidet und die Schalenseiten bevorzugt. Sollte dies deshalb geschehen, weil hier zwei verkieselte Platten übereinander liegen, die verkieselte Wandung der Wirtszelle hier eigentlich doppelt so stark ist? Nach allem dem erleichtert sich der Parasit die Arbeit, wo und wie er dies tun kann, indem er sich die Zusammensetzung, den Bau des Diatomeenpanzers augenscheinlich zum Nutzen macht. Freilich kann diese frappierende Erscheinung nicht einzig und allein seiner „Intelligenz" zu gute geschrieben werden, denn chemotaktische Wirkungen dürften hierbei auch eine wichtige, entscheidende Rolle spielen.

Die Dauersporen dieses Organismus sind unbekannt.

Da das extramatrikale Zoosporangium aus dem ganzen Körper des ehemaligen Schwärmers durch Erstarkung und Wachstum desselben hervorgeht, so hat unser Organismus trotz dem Vorhandensein einer extramatrikalen Stielblase wie bei *Obelidium*[1]) und *Podochytrium*, mit diesen Gattungen nichts zu tun. Die Entstehung und Öffnungsweise des Sporangiums durch Vergallertung einer scharf umschriebenen Wandpartie hat unser Organismus mit den Gattungen *Rhizophidium* und *Phlyctidium* gemein. Die Gattungen *Rhizophidium*, *Phlyctidium*, *Sphaerostylidium* und *Rhizophyton* wurden von Fischer (1892 p. 87) in eine Gattung vereint, welche bei ihm den Namen *Rhizophidium* weiterführt. Daß Fischer das Genus *Sphaerostylidium*[2]) und *Rhizo-*

[1]) *Obelidium*, durch deutliche Stielbildung am Zoosporangium ausgezeichnet, halte ich für eine Form, welche einen Übergang von *Rhizophidium* zu dem zweizelligen *Podochytrium* vermittelt.

[2]) Ich muß bemerken, daß ich, von Stein (1878 p. 154) angefangen (Bütschli 1885 p. 878, Francé 1897 p. 120, Petersen 1910 p. 551 Anm.), nicht zu denjenigen gehöre, die in *Sphaerostylidium* (*Chytridium*) *ampullaceum* A. Br. ein Protozoon,

phyton einzog, dem kann ich meinerseits nur beipflichten. Dagegen wurde der Unterschied zwischen *Rhizophidium* (welches ein verzweigtes Rhizoidsystem besitzt) und *Phlyctidium* (wo dasselbe nur rudimentär ist, einfach bleibt oder fehlt) wieder von Serbinow (1907) nachdrücklich hervorgehoben und die Berechtigung der beiden Gattungen fand wieder Anerkennung (v. Minden 1915 p. 311). Doch ich glaube, daß der Unterschied zwischen einem verzweigten und einem unverzweigten Rhizoid kein so fundamentaler ist, daß er zu einer scharfen, generischen Trennung führt; dies um so mehr, als das klare Sichtbarmachen des intramatrikalen Rhizoidsystems oft so schwierig ist, daß eine entscheidende Beobachtung zumeist nur von glücklichen Zufällen abhängt, daß oft ein intramatrikales Haustorium auch dort nicht zu sehen ist, wo ein Rhizoidsystem vorhanden sein muß und auch tatsächlich vorhanden ist. Unter solchen Umständen möchte ich zu der Anschauung hinneigen, daß es doch am zweckmäßigsten ist, dem Vorgehen Fischer's zu folgen und in die Gattung *Rhizophidium* alle jene Formen zu stellen, deren extramatrikale, unmittelbar der Substratoberfläche aufsitzende Zoosporangien aus dem ganzen Körper des ehemaligen Schwärmers durch Erstarkung und Wachstum desselben hervorgehen und sich mit einem oder mehreren, durch Verquellung von Wandteilen entstehenden Löchern öffnen. Hält man eine solche Definition der Gattung *Rhizophidium* vor Augen, so läßt sich unser Organismus in dieser, trotzdem er extramatrikale, aus dem ehemaligen Schwärmerkörper hervorgehende, sich durch Verquellung mit einem Loche öffnende Zoosporangien besitzt, doch nicht unterbringen, denn bei sämtlichen *Rhizophidium*- (und auch *Phlyctidium*-) Arten sitzen die Zoosporangien der Substratoberfläche mit ihrer Basis unmittelbar auf, hier ist aber noch ein kurzer, kugelförmiger Stiel, eine extramatrikale subsporangiale Blase zwischen der Substratoberfläche und der Sporangiumbasis eingeschaltet. Mit Rücksicht auf das Vorhandensein dieser Blase will ich — bei der sonstigen Übereinstimmung mit *Rhizophidium* — für diesen interessanten Organismus eine neue Gattung gründen, welche ich *Physorhizophidium* benenne, und

---

einen Choanoflagellaten sehen, sondern ich halte die Ansicht Braun's für die richtige, der in ihm eine Chytridiacee erblickt. Dafür spricht mir der abgetötete, desorganisierte Zellinhalt jener *Mougeotia*-Zellen, welchen in der Abbildung Braun's, l. c. Taf. V Fig. 24, die in Rede stehenden Organismen aufsitzen; außerdem hat Sorokin (1874, siehe Just., Bot. Jahresbericht 1875 p. 189) die Schwärmer beobachtet, was den späteren Autoren entgangen zu sein scheint (siehe Fischer 1892 p. 101; v. Minden 1915 p. 333).

die soeben geschilderte Art, mit bezug auf die auffallend dicke Membran der Sporangien, als *Physorhizophidium pachydermum* bezeichnen. Die so merkwürdige basale Öffnungsweise der Sporangien ist jedoch kein neues, allein dastehendes Vorkommnis, denn eine solche findet sich auch bei *Chytridium anatropum* A. Br., *Phlyctidium tabellariae* C. Schröter, bei *Siphonaria, Rhizoclosmatium* und *Asterophlyctis* Petersen. Da diese drei letzterwähnten, interessanten Formen auch eine einer subsporangialen Blase ähnliche extramatrikale Bildung aufweisen, so könnte man diese unserem *Physorhizophidium* nähern; sie besitzen aber ein gut entwickeltes, fädiges, verzweigtes Rhizoidsystem, welches bei unserer Form schwach ausgebildet ist, — wenn es nicht ganz fehlt. Doch liegt möglicherweise in jener Erscheinung eine Anpassung vor; denn es dürfte für *Siphonaria, Rhizoclosmatium, Asterophlyctis* und auch *Obelidium* schwieriger sein die Nahrung aus dem Integumente der Phryganeen-Nymphen zu beschaffen als unserem *Physorhizophidium* aus der lebenden Zelle von *Amphora,* wo schon ein weniger reich entwickeltes Rhizoidsystem, ja ein rudimentäres, bläschenförmiges Haustorium zu genügen scheint.

Nicht unerwähnt kann es bleiben, daß C. Schröter's *Phlyctidium Tabellariae* meinem *Physorhizophidium* ganz bedenklich ähnlich sieht (vgl. C. Schröter 1897 Fig. 48), so daß es möglicherweise mit ihm identisch ist. Leider sind die Abbildungen Schröter's bei einer viel zu geringen Vergrößerung gegeben; doch zeigt Fig. 48a dennoch deutlich die basale Öffnung; das Sporangium sitzt aber auf einem kurzen, 2—4 μ langen, fadenförmigen Stiel (Schröter l. c. p. 58), von einer subsporangialen Blase und einem kugeligen intramatrikalen Haustorium erwähnt er nichts (l. c. Anmerk. 3 auf p. 58), und auch seine Fig. 48a, d—f zeigt keine derartigen Bildungen. Eine Übereinstimmung mit meinem *Physorhizophidium* ist ferner darin gegeben, daß sich Schröter's Organismus ebenfalls auf einer Bacillariacee — und wie der meinige — zur Winterszeit (l. c. p. 36) fand. Ebenso nahe wie *Phlyctidium tabellariae* könnte möglicherweise auch *Chytridium anatropum* A. Br. stehen, von dem leider — meines Wissens — bislang nirgends eine Abbildung gegeben wurde. Hier stimmen auch die Maße etwas besser überein. Über die Beschaffenheit der subsporangialen und intramatrikalen Teile dieses Organismus finden sich aber bei Fischer (1892 p. 104) und v. Minden (1915 p. 336) keine Angaben; zudem sind die Nährpflanzen andere, keine Bacillariaceen (*Chaetophora, Oscillaria*).

Bewohner von Cyanophyceen.

Rhizosiphon crassum **nov. gen. nov. spec.** (Taf. 9 Fig. 41—55).

Dieser eigenartige Parasit befällt die lebenden, kurzen, in eine farblose, häutige Scheide eingeschlossenen, unverzweigten, 12 μ dicken Fäden einer auffällig rußig (schwärzlich) blaugrünen Cyanophycee, die ich geneigt wäre für *Filarszkya* (Forti 1907 p. 258) zu halten, obwohl hier bei meiner Form auch Heterocysten vorkommen (Taf. 9 Fig. 41, 44). Bei Iglò Ende Juli 1909 in einer bisweilen austrocknenden, jedoch meist Wasser führenden Grube gefunden, samt der Nährpflanze aber seitdem nicht wiedergesehen.

Der an der Oberfläche des Wirtsfadens zur Ruhe gekommene Schwärmer stellt ein 2 μ im Durchmesser besitzendes, farbloses Kügelchen dar, welches im Innern einige stärker lichtbrechende Körnchen, aber keinen größeren in die Augen fallenden Fetttropfen führt (Taf. 9 Fig. 41 bei s). Bei frei im Wasser oder an einer leeren Scheide der Wirtspflanze ausgekeimten Zoosporen läßt es sich beobachten, daß der Keimling einen feinen, fädigen, unverzweigten Rhizoidfortsatz treibt (Taf. 9 Fig. 42), in welchen er sukzessive seinen Inhalt entleert. Im Innern einer infizierten, inhaltführenden Wirtszelle erscheint der Parasit im ersten Stadium der Infektion als ein scharf umschriebener, genau kugeliger, weißlicher, heller Körper vom Aussehen einer Vakuole im Durchmesser von 4 μ, in welchem ein oder bereits einige stärker lichtbrechende, glänzende Kügelchen (Fetttröpfchen?) sichtbar sind. Auf diesem Stadium ist der Zellinhalt der Wirtszelle noch in keiner sichtbaren Weise verändert, außen der Rest des Keimlings aber nicht erkennbar (Taf. 9 Fig. 41 oben). Zunächst nimmt dieser intramatrikale Keim, seine runde Form beibehaltend an Größe allmählich zu, wobei die Zahl der annähernd gleichgroßen Fetttröpfchen in seinem Innern vermehrt wird. Ist aber dieser endophytische Keim ziemlich reich an Fettkügelchen geworden, so beginnt sein bisher annähernd kugeliger Körper in der Längsrichtung des Wirtsfadens, entweder einseitig oder nach beiden Seiten, in einem dicken Schlauch auszuwachsen, wobei zunächst die Fettkügelchen im ursprünglichen kugeligen Teil zusammengehäuft liegen bleiben, während der auswachsende Schlauch, d. h. sein stumpf-gerundetes, breit-kegelförmiges Primordium, anfangs körnchenfrei erscheint (Taf. 9 Fig. 44 rechts). Einseitig erfolgt die Bildung des Schlauches in jenen Fällen, wo die infizierte Wirtszelle (die auch eine Heterocyste sein kann) am

Ende des Fadens liegt oder eine ebenfalls infizierte Zelle zum Nachbar hat; ist dies aber nicht der Fall, so erfolgt das Auswachsen zum Schlauche nach beiden Seiten und der Körper des ursprünglich kugeligen, intramatrikalen Keimes erscheint nachher als dick-spindelförmige Anschwellung in seinem Verlaufe, welche sich auch durch eine etwas stärkere, dunkler erscheinende Wandung von den übrigen Teilen abhebt. Diese spindelförmige Anschwellung möchte ich als Prosporangium bezeichnen, weil hier an ihr — wie wir es sehen werden — in ähnlicher Weise wie bei *Polyphagus* — das Zoosporangium entsteht. Der vom Prosporangium abgehende, 3—5 μ dicke Schlauch, der eine ganze Anzahl von Wirtszellen durchwächst, ist nicht überall ganz gleichdick; da dessen Dicke hier und da in ganz unregelmäßiger Weise schwankt, so zeigt er im optischen Längsschnitt etwas wellige Kontur (Taf. 9 Fig. 45**a**). Seine Membran ist farblos, nicht von bedeutender Stärke, deutlich erkennbar und nach erfolgter Entleerung des intramatrikalen Parasitenkörpers weiter persistierend. Die Gesamtlänge des stets unverzweigt bleibenden Schlauches ist nicht sehr bedeutend, da sie in der Regel nur das 3—4 fache vom Breitendurchmesser des Zoosporangiums, der 14—18 μ beträgt, erreicht. Liegt das Prosporangium — also die Initiale des intramatrikalen Schlauches — stark dem Ende des Wirtsfadens genähert, so ist der gegen dieses Ende gerichtete Schlauchteil kurz, rudimentär, ja bei Infektion der Endzelle eines Fadens fehlt er ganz und das Prosporangium (P) erscheint dann als das kolbig angeschwollene, gerundete Ende des intramatrikalen Schlauches (Taf. 9 Fig. 46). Liegt aber die Infektionsstelle von den Wirtsfadenenden oder irgend einem anderen Hindernis weiter abgerückt, so haben die beiden Schlauchflügel zumeist annähernd gleiche Länge (Taf. 9 Fig. 45a, 47, 50). Das Zoosporangium sitzt mit breiter, flacher Basis dem Prosporangium auf, und entsteht augenscheinlich an einer nicht erkennbaren Stelle durch Aussprossung aus demselben, innerhalb der Wirtsfadenscheide (mithin eigentlich intramatrikal), welche es mit seinem Entleerungshals durchbricht (Taf. 9 Fig. 50). Das Sporangium ist zumeist niedergedrückt-birnförmig (Taf. 9 Fig. 47); einen brotlaibförmigen Körper ist seiner oberen Fläche — oft etwas seitlich verschoben — ein ziemlich steil-kegelförmiger, zitzenförmiger Entleerungshals aufgesetzt), manchmal indessen höher, kegelförmig, mit gerader Seitenfläche (Taf. 9 Fig. 49, 50). Die Membran dieses lateralen — nur bei endständigem Prosporangium ebenfalls endständigen (Taf. 9 Fig. 46) — Sporangiums ist farblos, glatt und bleibt

bei Behandlung mit Chlorzinkjod ebenso, wie alle anderen Wandteile des Parasiten, farblos[1]). Der Inhalt des Sporangiums ist weißlich glänzendes, dichtes Plasma mit ziemlich zerstreut eingesprengten, kleinen, stark lichtbrechenden und glänzenden Körnchen, in dem, zu der Zeit, in welcher bereits der dick-kegelförmige Entleerungshals entwickelt ist, sich einige meist deutliche, mehr oder weniger große Vakuolen befinden, von welchen es bisweilen sogar schaumig erscheint (Taf. 9 Fig. 45a, b, 49). Manchmal wieder erscheint eine große, scharf umschriebene, kugelige Vakuole in der Mitte des Sporangiums, die so ein Bild hervorruft, welches an ein Sporangium der biciliaten Saprolegniineen-Peronosporineen-Reihe erinnert (Taf. 9 Fig. 48), nur entstehen die Schwärmer hier dennoch nicht durch „Ballung" im plasmatischen Wandbelag. Jedenfalls ist das Auftreten größerer Vakuolen im Sporangium zur Zeit der Schwärmerbildung bei den Chytridiaceen keine häufig vorkommende Erscheinung und ist zumeist nur in größeren Sporangien zu beobachten. Bemerkenswert und auffallend ist es, daß die Spitze des Entleerungshalses körnchenfreien Inhalt zeigt, der an das granulierte Plasma des Sporangiumbauches mit einer so scharfen und geraden Linie grenzt, als würde daselbst eine Scheidewand vorhanden sein (Taf. 9 Fig. 49). Noch vor der völligen, scharfen Sonderung der Schwärmer scheint die Öffnung des Entleerungshalses zu erfolgen, denn diese erscheint in Form eines nahezu zylindrischen, etwas stumpf-kegelförmigen Aufsatzes am Scheitel des Sporangiums (Taf. 9 Fig. 50) und es ist wahrscheinlich, daß die im Spitzenteil befindliche, vordem erwähnte, homogene Masse, vielleicht durch Aufquellen bei dem Entstehen dieser Öffnung eine Rolle spielt. In dem dichten, weißlich-glänzenden Plasma des Sporangiums fließen die glänzenden, feinen Körperchen zu größeren gleichgroßen Kügelchen von 1 μ Durchmesser zusammen, die aber hier nicht so stark lichtbrechend und auffällig erscheinen wie sonst bei den Chytridiaceen, sondern nur wenig in die Augen fallend, schwach-lichtbrechend und mattglänzend sind (Taf. 9 Fig. 50). In der das ganze Lumen des Sporangiums erfüllenden, kompakten Plasmamasse läßt sich nun andeutungsweise bereits eine Zerklüftung in die einzelnen Schwärmer, die allem Anschein nach simultan erfolgt, erkennen. Später, wenn die Individualisierung der Schwärmer deutlich wird, erfüllen diese als eine kompakte, maulbeerförmige Masse kugeliger Zellchen von 2 μ Durchmesser das ganze Lumen

[1]) Ebenfalls ungefärbt bleibt die häutige Scheide des Wirtes und nur die Membran der Heterocysten — die hier inhaltsreicher erscheinen als irgendwo sonst — zeigt zwar nicht intensive, doch deutliche Violettfärbung.

des Sporangiums (Taf. 9 Fig. 50, 51). Die Schwärmer treten einzeln und fertig gebildet durch die Öffnung an der Spitze des Entleerungshalses aus, bleiben aber zunächst in dessen Nähe bewegungslos liegen, wobei sie, wie während ihres Austretens, amöboide Gestaltveränderungen durchführen. Die einzige, 6 mal körperlange Geißel wird sowohl beim Austreten als auch während dem Schwärmen nachgezogen. Mit zuckender Bewegung oder auch ohne eine solche, nehmen sie das Schwärmen auf und schwimmen ruhig davon. Wechseln sie die Richtung, so ist dies mit einem Zucken und Tanzen verbunden, ganz nach Art echter Chytridiaceenschwärmer. Der Rest der im Sporangium verbliebenen Schwärmer bewegt sich daselbst mit zuckend-schießender Bewegung. Der kugelige Körper des Schwärmers hat einen Durchmesser von 3 μ und führt einen runden, matten, meist nur bei genauer Beobachtung und nicht in allen Fällen deutlich zu erkennenden Fetttropfen, der stets über dem Insertionspunkt der Geißel, also stark exzentrisch, im Hinterende des Schwärmerkörpers liegt (Taf. 9 Fig. 52, oben) oder es fehlt auch ein solcher und der Schwärmer zeigt alsdann in seinem Plasma mehrere, winzige, stark lichtbrechende Körnchen (Fetttröpfchen?) (Taf. 9 Fig. 52, unterer Schwärmer).

Die Dauersporen dieses Organismus liegen innerhalb des Wirtsfadens. Es sind rundliche, beinahe kugelige (Taf. 9 Fig. 54), meist aber oblonge (zylindrisch-längliche) oder (wenn ihre Enden etwas zugespitzt sind) dick-spindelförmige Zellen (Taf. 9 Fig. 53) mit farbloser, glatter, scharf hervortretender, doppelt konturierter Membran und mit groben (1 μ Diam), farblosen, stark glänzenden Körnern erfüllten Inhalt. Bei Zusatz von Guignard'scher Alkannatinktur fließen die Körperchen zum guten Teil zu größeren, unregelmäßigen Massen zusammen und speichern in intensiver Weise den Farbstoff, sie bestehen demnach aus Fett. Die kleineren, beinahe kugeligen Dauersporen haben Durchmesser von 6—12 = 8—15 μ, die oblongen oder spindelförmigen von 10—12 = 15—25 μ. Diese Dauersporen liegen nicht im Lumen eines intramatrikalen Schlauches, sie entstehen also kaum durch Inhaltskontraktion in einem ausgedehnteren Thallus, sondern wahrscheinlich dadurch, daß der eingedrungene Keim intramatrikal zur rundlichen oder oblongen Dauerspore heranwächst. Die Dauerspore, die also allem Anschein nach asexuell entsteht, entspricht mithin morphologisch dem Prosporangium; das Prosporangium wird also zur Dauerspore. Bei der Keimung, — die ich ein einzigesmal gesehen zu haben glaube — wächst der Inhalt der Dauerspore durch eine enge Öffnung nach außen und wird wohl zu

einem Zoosporangium von schlank birnförmiger Gestalt mit dünner, glatter, farbloser Membran (Taf. 9 Fig. 55).

Bemerkenswert und auffällig ist die zerstörende Wirkung, die dieser Parasit auf seinen Wirt ausübt. Auf dem Stadium, wo er als 4 μ großes, farbloses Kügelchen im Innern einer Zelle der Wirtspflanze liegt, erscheint jene — wie ich es bereits oben erwähnte — so wie auch ihre Nachbarinnen, in ihrem Aussehen noch normal, in keiner Weise verändert (Taf. 9 Fig. 41, oben und 44 bei p). Hat er aber einen Durchmesser von 5—6 μ erreicht, so erscheinen die Zellen des Wirtsfadens, selbst auf weitere Entfernungen hin, wie von einer weinroten Flüssigkeit durchtränkt (Taf. 9 Fig. 43), aber auch die noch entfernteren Zellen erscheinen bereits affiziert, ihr Inhalt ist homogen, glänzend, olivgrün verfärbt. Es hat den Anschein, als würde der Parasit bei seinem Heranwachsen giftige Stoffe produzieren, welche — da die häutige Scheide, welche den Zellfaden des Wirtes umgibt für diese, sowie für die Zersetzungsprodukte welche beim Absterben der Wirtszellen entstehen, impermeabel zu sein scheint — nicht in das umgebende Wasser hinausdiffundieren können, sich innerhalb der Fadenscheide verbreiten und in die übrigen Wirtszellen eindringend, diese durchtränken und so deren abweichende Färbung und ihren Tod herbeiführen. — Beginnt der kugelige intramatrikale Keim zum Schlauche ausuwachsen, zeigt er bereits liegend-birnförmige Gestalt, so erscheint der Wirtsfaden eine Strecke über die infizierte Zelle hinaus, wie von einer schön und rein rotvioletten oder rein blauen Flüssigkeit injiziert, während der Plasmaleib der angegriffenen, sowie derjenige der benachbarten Zellen orangefarbig verfärbt erscheint; auch erscheint er substanzärmer und größere, leuchtend-orange-braune Körnchen treten als unverbrauchte Reste der Cyanophyceenzelle auffällig hervor (Taf. 9 Fig. 44). Von der ursprünglichen rußig-blaugrünen Farbe ist an solchen Zellen nichts mehr zu sehen. Die affizierten Fäden bieten oft ein farbenreiches, prächtiges Bild und lenken die Aufmerksamkeit des Beobachters auf sich. Eine ganze Anzahl, der wohl schon vorher durch giftige Stoffwechselprodukte abgetöteten Zellen wird von dem intramatrikalen Schlauche des Parasiten durchwachsen, die Zellwände der durchwachsenen Cyanophyceenzellen verschwinden später gänzlich. Von den durchwachsenen und aufgezehrten Zellen bleibt als Rest nur ein substanzarmes körniges Häutchen übrig, welches manschettenartig den Parasitenschlauch umgibt. Die Körner und Körnchen dieses zurückgebliebenen, ringförmigen Wirtszellrestes prangen stets in einer schönen leuchtend

orangebraunen Farbe. Da — wie erwähnt — eine Vielzahl von Wirtszellen der Reihe nach von dem Parasiten durchwuchert wird, und aus jeder Wirtszelle je ein solcher orangebrauner Ring hervorgeht, so erscheint der intramatrikale Schlauch, wie ein dicker Stab, auf welchem eine Anzahl breiter, orangebrauner Armbänder lose und äquidistant aufgereiht sind. Ein wunderschönes, interessantes und charakteristisches Bild! (Taf. 9 Fig. 45a—50.) An solchen, durch diesen Parasiten abgetöteten und augenscheinlich ebenfalls ausgesogenen Zellen des Wirtes, welche mit dem Körper desselben in keine direkte Berührung kamen, bleiben die Membranen der Cyanophyceenzellen erhalten (Taf. 9 Fig. 45a, rechts und links die letzten Zellen; ferner Fig. 53). Die abtötende und aussaugende Fernwirkung, die dieser Parasit — wohl nur durch die Impermeabilität der geschlossenen Scheide ermöglicht — auf die Zellen seines Wirtes ausübt, tritt uns am klarsten bei seinen Dauersporen entgegen; auch hier werden ganze Fadenstücke der Wirtspflanze abgetötet und ausgesogen, ohne daß von der Dauerspore besondere absorbierende Teile entwickelt werden, d. h. hier eine Schlauchbildung erfolgte (Taf. 9 Fig. 53, 55).

Fragen wir nun nach der systematischen Stellung dieses interessanten Parasiten. Daß derselbe trotz seines dicken, schlauchförmigen, intramatrikalen Körpers zu den Chytridiaceen gehört, unterliegt keinem Zweifel; darauf weist das halb-extramatrikal entwickelte, laterale Zoosporangium, die negative Cellulosereaktion mit Chlorzinkjod, die eingeißeligen Schwärmer (die nicht durch „Ballung" im plasmatischen Wandbelag entstehen) hin. Bei den Chytridiaceen kommen als jedenfalls zunächststehende Gattungen nur *Saccomyces* und *Polyphagus* in Betracht. Diese beiden Gattungen zeichnen sich durch ein besonders kräftig entwickeltes Haustorium d. h. Absorptionssystem aus. *Saccomyces* ist ein mehr endophytisch, *Polyphagus* ein extramatrikal vegetierender Organismus; ersterer ist mono-, letzterer polyphag. Bei beiden entsteht das Zoosporangium lateral durch Aussprossung, und ebenso erfolgt die Dauersporenbildung bei beiden lateral und zudem auf geschlechtlichem Wege. Da nun unsere Chytridiacee von jeder dieser beiden Gattungen etwas besitzt, nämlich, das voluminöse Haustorium und die mehr endophytische Lebensweise von *Saccomyces*, von *Polyphagus* die ausgesprochene Polyphagie, die Bildung des Zoosporangiums als laterale Aussprossung aus einem Prosporangium, jedoch mit keiner dieser Gattungen ganz übereinstimmt, so muß man wohl für ihn eine neue Gattung aufstellen, die ich mit Bezugnahme auf sein dick-schlauch-

förmiges Haustorium *Rhizosiphon* benenne. Eine wichtige Abweichung von *Saccomyces* und *Polyphagus* ist aber durch die Dauersporen gegeben, die hier wohl asexuell und zudem nicht lateral am Thallus entstehen.

Bewohner von grünen Algen. (Heterokonten und Chlorophyceen.)

***Rhizophidium mischococci* nov. spec.** (Taf. 9 Fig. 56.)

Zoosporangien einzeln, mit breiter Basis der Oberfläche den kugeligen *Mischococcus*-Zellen unmittelbar aufsitzend, breit- und niedrigbirnförmig d. h. niedergedrückt kugelig mit etwas papillenartiger Zuspitzung des Scheitels, 5 μ breit und 5 μ hoch. Membran dünn, farblos, glatt, nach der Entleerung des Sporangiums kollabierend. Öffnung am Scheitel mit einem Loch, das durch Verquellung entsteht. Der geringen Größe des Sporangiums und derjenigen der Nährzelle entsprechend ist die Anzahl der in einem Sporangium gebildeten Schwärmer gering (4). Schwärmer mit einem ziemlich großen, stark lichtbrechenden Fetttropfen. Fertige Schwärmer nicht gesehen. Im Innern der desorganisierten Wirtszelle ist ein feines, fadenförmiges, jedoch unverzweigtes, ziemlich langes Rhizoid zwar schwer, doch deutlich erkennbar. Dauersporen unbekannt.

Mischococcus confervicola Näg. war bisher als Wirtspflanze von Chytridiaceen nicht bekannt. Bei Igló Ende März 1914 beobachtet. Hält man (nach der Beschaffenheit des intramatrikalen Rhizoidsystems) an der Unterscheidung der Gattungen *Rhizophidium* und *Phlyctidium* fest — was zu tun ich nicht geneigt bin — so muß diese kleine Chytridiacee in die Gattung *Phlyctidium* gestellt werden.

***Chytridium lagenula mihi* nov. spec.** non A. Braun.
(Taf. 9 Fig. 57—59.)

Unter demselben Namen beschrieb A. Braun in seinem grundlegenden Werke über die Chytridiaceen (1855 p. 31) einen Organismus, den er auf *Melosira varians* fand. Gleichzeitig fand er ganz ähnliche Bildungen auf *Tribonema (Conferva) bombycinum*, in welchen er denselben Organismus vermutet, obgleich ihm selbst einige Abweichungen nicht entgangen waren. Spätere Forscher, wie Fischer (1892), J. Schröter (1897), v. Minden (1915) neigen nicht zu einer derartigen Identifizierung. Der Verdacht jedoch, welchem Fischer (1892 p. 99) Ausdruck verlieh, daß es sich vielleicht bei den auf *Conferva* findenden Bildungen um schwach gefärbte Keimpflänzchen

derselben handelt, ist haltlos, denn auf *Tribonema* (*Conferva*) kommt tatsächlich eine derartige Chytridiacee vor, deren Entdecker also Braun ist und von welcher er (l. c.) auf Taf. II in Fig. 4 u. 5 zutreffende Abbildungen gab. So sicher es ist, daß Braun in diesem Organismus eine Chytridiacee erblickte, ebenso sicher ist es, daß der Organismus auf *Melosira varians* von demjenigen auf *Tribonema* (*Conferva*) verschieden ist.

Die Zoosporangien des von mir gefundenen *Conferva*-Parasiten, der mit demjenigen Braun's zweifellos identisch ist, haben eine keulenförmige, gestreckt-birnförmige Gestalt, sind an der Spitze halbkugelig gerundet (Taf. 9 Fig. 57, 59a) und sitzen mit ihrem verschmälerten Ende, bisweilen mit einem äußerst kurzen, fadenförmigen Stielchen, senkrecht oder auch mehr oder weniger schief der Oberfläche des *Tribonema*-Fadens auf (Taf. 9 Fig. 57, 58). Ihre Größe ist verschieden, größere fand ich 12—14 μ lang und 5,5 μ dick, während kleinere nur 7 μ lang und 4 μ breit waren. An der Anheftungsstelle des extramatrikalen Zoosporangiums befindet sich stets an der Innenfläche der Wirtszellmembran ein halbkugeliger, stark glänzender und lichtbrechender Cellulosehügel (Taf. 9 Fig. 57, 58, s) in welchem oft der Bohrkanal des Rhizoids als feine Linie zu erkennen ist (Taf. 9 Fig. 57 bei s_1) und welcher mit Chlorzinkjod intensive Violettfärbung gibt. Schon Braun's Fig. 5 (l. c. insbesondere das rechte Individuum) zeigt mir diesen Schutzhöcker, mit dem die *Conferva*-Zelle dem Parasiten das Eindringen zu verwehren suchte, doch ist er in der angegebenen Abbildung von den Chromatophoren allerdings nicht zu unterscheiden, da alles schwarz und in dem nämlichen Ton gegeben wurde; freilich wird im Text dieses Schutzhöckers nicht gedacht. Die befallene *Conferva*-Zelle erscheint stets abgetötet, inhaltsarm; aber trotzdem ist von einem intramatrikalen Rhizoidsystem, von einem Haustorium, das wohl vorhanden sein wird, nichts zu erkennen. Die dünn- und glattwandigen Zoosporangien öffnen sich durch Abwerfen eines uhrglasförmigen, gewölbten Deckels von ca. 4 μ Durchmesser und dem zufolge erscheint die apikale Öffnung stets scharf und geradlinig begrenzt (Taf. 9 Fig. 58, 59b). Nach der Schwärmerentleerung kollabiert die zarte Sporangiumwand alsbald faltig, was eine charakteristische Eigentümlichkeit dieser Chytridiacee darstellt. Die Anzahl der in einem Sporangium auf die für die Chytridiaceen typische Weise gebildeten Schwärmer ist gering. Die Schwärmer sind kugelig, haben einen Durchmesser von ca. 3 μ und enthalten in ihrem hyalinen, weißglänzenden Plasma peripher gelagert einen kleinen (ca. 1 μ großen),

stark glänzenden Fetttropfen. Wahrscheinlich ist eine sehr feine und nicht lange Geißel vorhanden, welche ich ihrer Feinheit wegen nicht deutlich sehen konnte. Die Schwärmer treten fertig gebildet aus und bleiben einige Zeit vor der Mündung des Sporangiums ruhig liegen. Eigentümlich ist die Art ihrer Bewegung; sie drehen sich an einer Stelle im Kreise, bleiben dann ruhig liegen, schwimmen eine kurze Strecke weiter und wiederholen dieses Spiel; infolgedessen kommen sie nicht weit vom Orte ihrer Geburt fort. Die Schwärmer zeigen also nicht die typische, hüpfende Bewegung der Chytridiaceenschwärmer. Ihr weiteres Schicksal habe ich nicht beobachtet. So viel kann jedoch — nach Jugendstadien zu urteilen — als sicher gelten, daß der anfangs kugelige, extramatrikale Keimling am Scheitel zum oberen, oval-eiförmigen Teil des Sporangiumkörpers auswächst, wodurch — wie bei *Podochytrium* — das Sporangium Birnform erhält. Es wird aber hier keine Stielzelle gebildet, sondern der ganze extramatrikale Sporangiumkörper ist, wie bei *Chytridium versatile* (siehe dieses p. 177), fertil und bildet Schwärmer.

Zu diesem Organismus gehören augenscheinlich jene Dauersporen, welche sich in demselben affizierten *Conferva*-Faden, in der Nachbarschaft zoosporangientragender Zellen, unter übereinstimmenden Umständen (unter anderem der gleiche Cellulosehöcker — s — an der Wand), meist je eine in einer Wirtszelle liegend, fanden. Diese intramatrikalen Dauersporen sind breit-ovale, nahezu kugelige, stark- und glattwandige Zellen von meist 6=5 μ Durchmesser, seltener sind sie oval (8=5 μ) Im Innern führen sie einen großen, exzentrischen, farblosen Fetttropfen von 4 μ Durchmesser (Taf. 9 Fig. 57 sp). Es sind dies typische Chytridiaceen Dauersporen. Ihre Bildung und Keimung wurde nicht beobachtet.

Daß Braun's *Chytridium lagenula* auf *Melosira varians* nicht identisch ist mit dem hier behandelten *Tribonema*(*Conferva*)-Parasiten dürfte vollends klar werden, wenn wir nun die beiden miteinander etwas eingehender vergleichen.

Die Gestalt der Zoosporangien, welche Braun zur Identifizierung dieser beiden Organismen geneigt machte, ist bei oberflächlicher Betrachtung allerdings eine ähnliche, aber bei genauer Prüfung ergeben sich auch in dieser Beziehung ganz bedeutende Differenzen. Beide besitzen im Wesen keulenförmige Sporangien, doch ist dasjenige des *Melosira*-Parasiten an seiner Spitze schlank-kegelförmig ausgezogen, schnabelartig verjüngt (Braun 1855 Taf. II Fig. 3), was bei dem *Tribonema*(*Conferva*)-Parasiten nie der Fall ist. Hier ist der Scheitel stets breit, halbkugelig gerundet (Braun l. c. Taf. II

Fig. 4 und meine Taf. 9 Fig. 57, 59 a), weshalb hier das Sporangium gestreckt birnförmig und nicht wie bei dem *Melosira*-Parasiten spindelförmig ist. Schon Braun (l. c. p. 32) bemerkte diesen Unterschied, denn er sagt betreffs des *Conferva*-Parasiten: „es gleicht völlig den jüngeren Exemplaren der auf *Melosira* beobachteten Form, scheint aber auch ausgewachsen (von mir gesperrt) der halsartig verlängerten Spitze zu entbehren". Aber auch in der Größe der Sporangien sind nicht belanglose Unterschiede vorhanden; der *Melosira*-Parasit besitzt nach Fischer (1892 p. 99) 30—33 μ lange und 8 μ dicke Sporangien, während ich bei dem *Tribonema*-Parasiten — selbst bei den größten — nur 12—14 μ lange und 5,5 μ dicke antraf (siehe oben); Braun hingegen (l. c. p. 32) sagt: „Ich sah es kaum über $^1/_{50}$ mm lang, $^1/_{150}$—$^1/_{120}$ mm dick" (also 20 μ lang und 6,6—8 μ dick). So waren meine Exemplare noch kleiner als diejenigen Braun's, aber selbst diese erreichten mithin nicht die Größe des *Melosira*-Parasiten. Die Schwärmer des *Melosira*-Parasiten und ihr Öltropfen sind merklich kleiner (1,7—2 μ Diam.) als diejenigen des *Tribonema*-Parasiten (Durchmesser 3 μ), was ganz deutlich wird, wenn man Braun's Fig. 3 und 4, die l. c. auf Taf. II nebeneinander stehen und bei derselben Vergrößerung (800) gezeichnet sind, genau in Augenschein nimmt. Von den Schwärmern des *Melosira*-Parasiten sagt Braun (l. c. p. 31), daß sich diese schon innerhalb des Sporangiums bewegen und sofort mit heftiger, eigentümlich schnellender oder hüpfender Bewegung davon eilen. Nun — wenn sich meine oben angeführten Beobachtungen betreffs des Verhaltens der Schwärmer auch weiterhin bestätigen —, so benehmen sich die Schwärmer des *Tribonema*-Parasiten ganz anders (siehe oben). Das Sporangium des *Melosira*-Parasiten öffnet sich mit einem Loch, welches durch Verquellung entsteht, infolgedessen dieser Parasit in die Gattung *Rhizophidium* gestellt wurde (Fischer 1892 p. 99); die Sporangien des *Tribonema*-Parasiten aber — wie wir sahen — werfen einen Deckel ab und da zudem die Dauersporen nicht extramatrikal durch Umwandlung von Sporangien, sondern unabhängig von solchen und intramatrikal entstehen, so stellt dieser Organismus eine Art der Gattung *Chytridium* im modernsten Sinne dar. Diese beiden Organismen sind also nicht bloß durch verschiedene Wirte, sondern durch verschiedene Form und Größe ihrer Zoosporangien, durch verschiedene Größe und das verschiedene Verhalten ihrer Schwärmer, sowie durch die verschiedene Öffnungsweise ihrer Zoosporangien, verschieden. Wir haben demnach vor uns: 1. *Rhizophidium* (*Chytridium*)

lagenula (A. Br.) Fischer auf *Melosira varians*, und 2. *Chytridium lagenula* (A. Br.) mihi auf *Tribonema* (*Conferva*).

Chytridium lagenula (A. Br.) mihi fand ich bei Igló im zeitigen Frühjahr (März, April).

Rhizophidium lagenula aufzufinden hatte ich nicht das Glück. *Rhizophidium fusus* Zopf auf *Synedra*, *Cymbella gastroides* und *Gomphonema constrictum* — welches ich aus eigener Anschauung kenne — kann mit *Rhizophidium lagenula* nicht vereinigt werden (siehe Fischer 1892 p. 99; v. Minden 1915 p. 330). Beide sind trotz einiger, entfernter Ähnlichkeit jedenfalls gute Arten.

***Rhizophidium* (?) *persimilis* nov. spec.** (Taf. 9 Fig. 60, 61).

Die mit diesem Namen belegte Chytridiacee beobachtete ich auf *Tribonema* bei Igló gegen Mitte August 1901.

Die extramatrikalen, ziemlich dick- und glattwandigen Zoosporangien sind birnförmig, 20—24 μ hoch, 15—16,6 μ dick, d. h. einem rundlichen oder breit-ovalen Bauchteil ist am apikalen Ende eine breite, flach-gewölbte, etwas kegelförmige Spitze aufgesetzt (Taf. 9 Fig. 60). Derselben *Tribonema* aufsitzend fanden sich gleichzeitig Dauersporen, welche ich für die Dauersporen dieses Organismus halte. Es sind dies kugelige, farblose Zellen von 8—12 μ Durchmesser, mit körnig-warziger Membran und einem großen, kugeligen exzentrischen Fetttropfen im Innern, welchen seitlich eine auffallend starkwandige, entleerte, kugelige, kleine Zelle von nur 4—6 μ Diam. ansaß. Diese kugelige Anhangszelle muß als das befruchtende männliche Individuum angesehen werden und die Dauersporen entstehen mithin hier auf sexuellem Wege (Taf. 9 Fig. 61). In bezug auf die Gestalt der Zoosporangien und die Dauersporen, ferner auch auf das Vorkommen auf *Tribonema* gleicht die Chytridiacee meinem *Rhizophidium granulosporum* (Scherffel 1925a p. 44, Taf. 2 Fig. 81), nur sind dort die Zoosporangien viel kleiner (12—14 μ hoch, 9 μ dick) und die nur 5,7 μ im Durchmesser haltenden, jedoch gleich skulpturierten Dauersporen zeigten nicht so klar und deutlich ihre sexuelle Entstehung, wie hier. Ob es sich trotz diesen, nicht allzu wichtigen Abweichungen nicht doch um ein und denselben Parasiten handelt müßten weitere Untersuchungen entscheiden. Vorderhand mag indessen der in Rede stehende, noch näherer Untersuchung bedürftige Organismus den obigen Namen führen.

Was mich bewegt ihn hier zu behandeln ist die Erscheinung, daß im Innern so mancher seiner Sporangien eine kugelige, glatt- und dickwandige Zelle von 11—12 μ Durchmesser lag, welche von

einem homogenen, dichten, mattglänzenden, spärlich-feinkörnigen Inhalt erfüllt war (Taf. 9 Fig. 60a, b). Diese Zellen, vom Aussehen einer endogenen Dauerzelle, füllen das Lumen des Zoosporangiums bei weitem nicht aus, in welchem außer ihnen noch formlose, körnige Inhaltsreste — an der Oberfläche dieser Dauerzellen von blaß-ockergelber Farbe — deutlich zu erkennen waren. Es liegt hier also ein ganz ähnlicher Fall vor wie bei *Rhizophidium goniosporum* (Scherffel 1925a p. 21, Taf. 2 Fig. 45a, b). Dort ließ ich die Frage nach der Natur dieser endogenen Cysten unentschieden. Diese ockergelb gefärbte, körnige Masse, welche diese Cysten hier einhüllt, so wie ihr Inhalt der nichts Chytridiaceenartiges an sich hat, scheint mir ganz deutlich dafür zu sprechen, daß es sich wenigstens hier in diesen endogenen Dauerzellen um die Cyste eines fremden, parasitischen Organismus handelt und es wäre sehr wünschenswert die Natur dieses Parasiten durch eigens hierauf abzielende Untersuchungen festzustellen.

Olpidium hyalothecae **nov. spec.** (Taf. 9 Fig. 62—63).

Zoosporangien intramatrikal, den größten Teil des Lumens der Wirtszelle einnehmend, mit rundlichem oder eiförmigem Bauchteil, dem ein zitzenförmiger, kurzer Entleerungshals aufgesetzt ist, Gesamtform demnach birnförmig. Gewöhnlich ein Sporangium in einer Wirtszelle, welches 15—19 μ dick und 28 μ lang ist; jedoch finden sich auch zwei, selbst drei, die dann geringere Größe aufweisen. Membran farblos, glatt. Entleerungshals kaum über die Oberfläche der Wirtszelle hervorragend. Sporangiuminhalt farblos, reich an größeren, stark lichtbrechenden, rundlichen Körperchen (Fetttröpfchen?). Streng monophag. Neben dem Körper des Parasiten liegen im Lumen der Wirtszelle, meist als zwei gesonderte, abgerundete, tief-braune Ballen die Reste des Wirtszellleibes, welche hauptsächlich aus den beiden Chromatophorkörpern der Wirtszelle hervorgehen dürften und deren braune Färbung wohl auf die Zersetzung des Chlorophyllfarbstoffes zurückzuführen ist. Da diese beiden braunen Klumpen in jeder affizierten Zelle vorhanden sind, so werden stark infizierte Fäden, wo sozusagen jede Wirtszelle einen Parasiten beherbergt, dadurch sehr auffällig und bieten ein höchst charakteristisches Bild (Taf. 9 Fig. 62). Schwärmer kugelig, mit einem exzentrischen, der Geißelbasis genäherten Fetttröpfchen und einer einzigen, langen und feinen Geißel (Taf. 9 Fig. 63), welche bei der exquisit hüpfenden Bewegung nachgeschleppt wird. Die Schwärmer sind demnach typische Chytridiaceen-Schwärmer. In den affizierten Fäden finden sich neben den Zoosporangien infizierte Wirtszellen,

in denen neben den beiden charakteristischen braunen Klumpen, an Stelle eines Zooporangiums, eine kugelige Zelle von 8—12 μ Durchmesser liegt, mit dicker, doppelt-konturierter, farbloser Membran und dichtem, gleichmäßig körnigem, fettglänzendem Inhalt, welche man als die Dauersporen unseres Organismus ansehen kann. Ihre Membran ist nicht glatt, sondern trägt ziemlich dicke, gerade, stäbchenförmige, radial abstehende Stacheln in spärlicher Anzahl, dieselben sind jedoch von schwacher Lichtbrechung und demzufolge leicht zu übersehen (Taf. 9 Fig. 62 sp).

In *Hyalotheca dissiliens* (Sm.) Bréb. und *Hyalotheca mucosa* (Mert.) Ehrbg.; in einem moorigen Tümpel beim Hotel Móry in der Nähe des Csorbaer-Sees in der Hohen-Tátra. September 1910. Wiewohl in der Probe *Hyalotheca mucosa* bei weitem häufiger war als *Hyalotheca dissiliens*, so zeigte sich erstere bedeutend spärlicher als letztere befallen. *Hyalotheca dissiliens* wird augenscheinlich bevorzugt.

Wiewohl die so charakteristischen Dauersporen sich unter solchen Verhältnissen fanden, daß ihre Zugehörigkeit zu den gleichzeitig anwesenden Zoosporangien dieses *Olpidium* sozusagen sicher erscheint, so möchte ich es doch nicht unterlassen eines Umstandes zu gedenken, der Zweifel zu erwecken geeignet ist. Es fand sich nämlich an der gleichen Lokalität und zu gleicher Zeit mein *Chytridium chaetophilum* an den Borsten von *Bulbochaete* und dessen Dauersporen zeigen merkwürdigerweise die gleiche Wandskulptur (Scherffel 1925a Taf. 2 Fig. 94). Jedoch diese Membranskulptur, so eigenartig sie auch ist, ist keineswegs für die Dauersporen von *Chytridium chaetophilum* spezifisch, denn sie findet sich auch bei den Dauersporen von *Rhizophidium* (*Chytridium*) *echinatum* Dang. (Dangeard 1888 Pl. V Fig. 14), welches auf der Peridinee *Glenodinium cinctum* schmarotzt. Daß es sich trotz solcher Übereinstimmung hier doch um die Dauersporen von *Olpidium hyalothecae* handeln dürfte, dafür spricht mir, daß die Dauerspore bei *Chytridium chaetophilum* kleiner (meist 8 μ) ist und zudem sexuell entsteht, was hier nicht der Fall zu sein scheint; ferner ist in der Dauerspore von *Chytridium chaetophilum* ein großer, mattglänzender Fetttropfen von 5 μ Durchmesser anzutreffen, der hier nicht zu beobachten war. So handelt es sich hier allem Anschein nach um zwei sehr ähnliche, aber doch nicht identische Bildungen.

***Rhizophidium* (?) *hyalothecae* nov. spec.** (Taf. 9 Fig. 64).

Diese Chytridiacee beobachtete ich nur in einigen wenigen Exemplaren, in derselben Probe und zu derselben Zeit, in welcher sich

das voranstehend behandelte *Olpidium hyalothecae* fand (siehe S. 200). Nur auf *Hyalotheca dissiliens*.

Das extramatrikale, zum größten Teil in die mächtige Hüllgallerte der *Hyalotheca* eingebettete und nur mit seiner Spitze herausragende Zoosporangium ist verkehrt-eiförmig, 23 μ lang und 22 μ dick. Seine Membran ist farblos, glatt, ziemlich dick. Am Rande des abgeflachten Scheitels ist eine Krone von kurzen, 2 μ langen, starken, soliden, etwas einwärts gekrümmten Zähnen vorhanden. Subsporangial, aber ebenfalls extramatrikal, vom Sporangium durch ein Septum geschieden, befindet sich eine dünnwandige, rübenförmige Anschwellung des offenbar vorhandenen Rhizoidsystems, welche gewissermaßen eine derart gestaltete subsporangiale Blase darstellt. Der farblose Inhalt des Zoosporangiums ist reich an größeren und kleineren, stark lichtbrechenden, rundlichen Körperchen (Fetttröpfchen?). Die kugeligen Schwärmer haben einen exzentrischen Fetttropfen und eine einzige Geißel. Die Art und Weise ihrer Entleerung habe ich nicht beobachtet. Nach der Entleerung wird das Zoosporangium, wohl infolge des Druckes der dasselbe umgebenden *Hyalotheca*-Gallerte, zu einem formlosen, gefalteten Strang zusammengepreßt. Dauersporen unbekannt.

Rosen (1887) gibt auf Taf. XIV in Fig. 15 eine Abbildung eines Zoosporangiums seines *Chytridium zygnematis*, welche unserem Organismus verblüffend ähnlich sieht. Jedoch ist dort außer der rübenförmigen subsporangialen Anschwellung, intramatrikal eine kugelige Blase vorhanden, welche hier fehlt und die Zähne am Scheitel des Sporangiums sind dort deutlich zweispaltig, was hier nicht der Fall zu sein scheint; endlich sind die Wirtspflanzen verschieden, so daß es sich hier höchstwahrscheinlich um zwei verwandte, doch verschiedene Organismen handelt.

Die Desmidiaceen-Gattung *Hyalotheca* war bisher nur als Substrat des ziemlich unschädlichen *Harpochytrium* (*Fulminaria*) *hyalothecae* bekannt; durch die beiden soeben behandelten Chytridiaceen, im Vereine mit der nachfolgend zu schildernden *Micromycopsis* wird die Zahl ihrer nicht mehr so harmlosen Feinde um drei vermehrt.

Micromycopsis cristata nov. gen. nov. spec.

(Taf. 9 Fig. 65—68 und Taf. 10 Fig. 69—76.)

Die Nährpflanze dieses Organismus betrachte ich auf Grund ihrer Wuchsverhältnisse, sowie des Zellbaues als eine Desmidiacee, welche dem Formenkreis der *Hyalotheca dubia* Kütz. angehören dürfte

(Taf. 9 Fig. 65). Der Zellsaft lebender, intakter Zellen zeigte bisweilen eine deutliche blaß-braunviolette Färbung, was auch häufiger bei Desmidiaceen als bei Zygnemaceen vorkommt.

In abgestorbenen, zumeist einzeln, isoliert liegenden Zellen der Wirtspflanze, deren Wand ein etwas gequollenes Aussehen zeigt, liegt im kontrahierten, desorganisierten und in charakteristischer Weise bräunlich geschwärzten Zellinhalt zumeist eine (in längeren, gestreckten Wirtszellen nebeneinander auch zwei) vollkommen kugelige oder sphäroidale (breit-ovale) nicht dickwandige Spore von meist 14 μ Durchmesser. Kleinere messen 11—12, größere 15—16 μ, breit-ovale 13—18 = 16—20 μ. Zumeist waren diese Sporen entleert; führten sie aber Inhalt, so war derselbe dicht, weiß- und fettglänzend und bestand aus runden, dicht aneinander gedrängten Fetttropfen von ca. 2 μ Durchmesser und glänzenden eingestreuten Körnchen (Taf. 9 Fig. 66 sp). In solchen jugendlichen Stadien ist die Membran dieser Sporen nur blaß-bräunlich, nahezu farblos und glatt. An entleerten, offenbar älteren Sporen ist sie deutlich schwärzlich-braun gefärbt und zumeist durch eine höchst charakteristische Skulptur ausgezeichnet. An ihrer Außenfläche befindet sich nämlich eine, aus einer Reihe dicht aneinandergereihter, kurzer Stacheln bestehende Leiste (ähnlich einem Kamm), welche in 5—6 äquidistanten Windungen den Sporenkörper spiralig umzieht. In der Polansicht sieht man die schneckenartigen Windungen dieser Stachelreihe (Taf. 9 Fig. 67; Taf. 10 Fig. 69), während in der Seitenansicht diese an der dem Beobachter zugekehrten Hemisphäre, wie die Breitengrade an einem Globus erscheinen (Taf. 9 Fig. 68; Taf. 10 Fig. 70). Zuweilen fehlt diese Skulptur gänzlich und die Sporenmembran erscheint ganz glatt. Vielleicht handelt es sich hier um frühzeitig entleerte, d. h. ausgekeimte Sporen (Taf. 10 Fig. 71, 76). In seltenen Fällen beobachtet man regellos stachelige Sporen. Allem Anschein nach handelt es sich hierbei nicht um besondere Kategorien von Sporen oder gar um die Sporen verschiedener Arten, sondern um Variationen der Membranskulptur bei ein und demselben Organismus. Sowohl die glatten als auch die skulpturierten Sporen entleeren ihren Inhalt mittels eines mehr oder weniger langen, cylindrischen oder distal oder proximal keulenförmig ausgeweiteten, geraden oder etwas unregelmäßig verbogenen Entleerungshalses von ca. 4 μ Dicke (Taf. 9 Fig. 67, 68; Taf. 10 Fig. 70, 71, 76). Dieser Entleerungshals durchbohrt die Membran der Wirtszelle, ragt aber nie über deren Außenfläche hervor. An der Mündung des Entleerungshalses, der Oberfläche der Wirtszelle aufliegend, formiert der aus der Spore ausgetretene In-

halt eine extramatrikale Kugel von ähnlicher Größe wie die intramatrikale Spore (Durchmesser derselben 11—16, meist 14 μ) (Taf. 9 Fig. 68; Taf. 10 Fig. 69, 71, 76). Der ausgetretene Inhalt — dessen Austritt und Formierung zum extramatrikalen Sporangiumsorus ich nicht direkt beobachtet habe — grenzt sich durch eine Querwand, welche an der Spitze des Entleerungshalses im Niveau der Wirtszelloberfläche entsteht, ab und umgibt sich mit einer festeren Membran von mehr oder weniger intensiver blaß-schwärzlich-brauner Färbung, die ausnahmslos auf ihrer ganzen, freien Außenfläche, stumpfe, kurze Stacheln in regelloser, aber gleichmäßiger Verteilung trägt (Taf. 9 Fig. 68; Taf. 10 Fig. 69—72). Die starke Außenwand des kugeligen, extramatrikalen Sporangiumsorus zerspaltet später mit meist geraden Spaltlinien in zumeist 3 Stücke, um so den Austritt des Sorusinhaltes zu ermöglichen (Taf. 10 Fig. 69, 70, 72). Vor der Bildung der Teilsporangien — bevor noch die gemeinsame Sporangiensorusmembran die warzig-stacheligen Verdickungen zeigt, führt der Inhalt der extramatrikalen Kugel grobe, runde, stark lichtbrechende Körner (Fetttropfen?) verschiedener Größe und erscheint den Spaltlinien der Membran entsprechend in kugeltetraedrische Portionen zerteilt. Später verwischt sich diese Aufteilung wieder und der Inhalt erscheint dann geichmäßig grobkörnig (Taf. 10 Fig. 76). Vakuolen lassen sich im Inhalt nicht erkennen, wohl aber vakuolenähnliche Flecke, die mit dem Wiederdeutlichwerden der Zerklüftungslinien verschwinden. Schließlich erscheint der Inhalt der extramatrikalen Kugel (anscheinend succedan) in zahlreiche, ziemlich gleichgroße Portionen zerfallen, die sich durch gegenseitigen Druck polygonal abplatten. Diese Portionen bestehen aus hyalinem Plasma, welches einige stark lichtbrechende und glänzende Kügelchen (wahrscheinlich Fetttröpfchen) führt (Taf. 10 Fig. 71, 72, 74). Durch die klaffenden Spalten der gemeinsamen Außenmembran tritt gewöhnlich ein Teil dieser Portionen in das umgebende Wasser aus. In solchen Fällen stieß ich auf „Schwärmer" vom Typus der Chytridiaceenschwärmer, die aber — lux a non lucendo — keine Schwärmbewegung zeigen. Der Körper dieser Schwärmer (Taf. 10 Fig. 73), die sicherlich der aufgesprungenen extramatrikalen Kugel entstammen, ist kugelig, hat einen Durchmesser von 4 μ, besteht aus dichtem, weißglänzendem Plasma und enthält einen ansehnlichen stark lichtbrechenden, kugeligen, farblosen Fetttropfen von ca. 3 μ Durchmesser. Es ist eine einzige, kurze, 6—8 μ lange Geißel vorhanden, die aber starr ausgestreckt und unbeweglich erscheint. Diese „Schwärmer" liegen anscheinend bewegungslos da, aber ihr

Körper führt stets amöboide Bewegungen aus, indem er fortwährend ein breites, stumpf-kegelförmiges Lobopodium entwickelt, das unstet an seiner Peripherie umhergleitet. Durch diese stete amöboide Bewegung — wobei die Gestalt des kugeligen Fetttropfens nicht in Mitleidenschaft gezogen wird — wird eine langsame, allmähliche Ortsveränderung, ein langsames Kriechen bewirkt und es ist mir wahrscheinlich, daß diese „Schwärmer" nach dem Aufspringen der extramatrikalen Kugel nicht durch „schwärmende" Bewegung aus deren Lumen in das umgebende Wasser hinausgelangten, sondern unter amöboider Bewegung hinauskrochen. Hat das amöboide Spiel ihres Körpers eine geraume Zeit angedauert, so hört es endlich auf; der Körper nimmt Kugelgestalt an und umgibt sich mit einer dünnen, glatten, farblosen Membran. An solchen abgekugelten, in der Nähe aufgesprungener extramatrikaler Kugeln, frei im Wasser liegenden Portionen, die den soeben geschilderten amöboiden „Schwärmern" zu entsprechen scheinen, lassen sich bisweilen zwei feine, fadenförmige, unverzweigte, geißelartige Fortsätze beobachten (Rhizoiden?) (Taf. 10 Fig. 74 bei x und 75 a). Im dichten, hyaloplasmatischen Inhalt solcher kugeliger Portionen sind, hauptsächlich in einer gürtelförmigen Zone gruppiert, mehrere gleichgroße, kugelige, farblose und stark lichtbrechende Fett(?)tröpfchen vorhanden (Taf. 10 Fig. 75 a). Später dürfte ihre Zahl infolge Zusammenfließens verringert werden bis endlich nur wenige und größere (3—5), die Fetttropfen zukünftiger Schwärmer, gebildet sind (Taf. 10 Fig. 75 b). Diese kugeligen Portionen, gleichviel ob sie innerhalb der extramatrikalen Kugel oder außerhalb derselben liegen, sind also Zoosporangien, welche mehrere Schwärmer entwickeln, die durch eine durch Vergallertung entstehende Öffnung ausschwärmen. Diese Schwärmer sind ebenfalls typische Chytridiaceenschwärmer (Taf. 10 Fig. 75 b). Sie sind kugelig, aber von geringerer Größe als die vordem beschriebenen, amöboiden und nicht schwärmenden, sie besitzen einen kleineren, kugeligen Fetttropfen und eine längere Geißel. Diese Schwärmer der zweiten Kategorie dürften wahrscheinlich lebhafter Schwärmbewegung fähig sein, denn man findet die leeren, kugeligen Hüllen dieser 3 μ großen Teilsporangien sowohl im Innern als auch außerhalb der extramatrikalen Kugeln, diesen anhaftend (Taf. 10 Fig. 71). Sind die im Innern der extramatrikalen Sporangienmutterzelle verbliebenen Portionen (Teilsporangien), die also in ihrer Gesamtheit einen Sporangiensorus darstellen, in größerer Zahl vorhanden, so daß sie sich durch gegenseitigen Druck polygonal abplatteten, so bilden ihre

zarten, aber restierenden Membranen ein polygonales, das Lumen der extramatrikalen Sporangienmutterzelle (der Kugel) erfüllendes Fachwerk (Taf. 10 Fig. 72); sind aber ihrer nicht so viele zurückgeblieben, sondern sind die meisten (wohl als amöboide Schwärmer) ausgetreten, so nehmen sie auch im Lumen der Sporangienmutterzelle gerundete Form an (Taf. 10 Fig. 71, 74). Ob ein jedes Teilsporangium stets mehrere Schwärmer bildet oder dessen Inhalt auch als ein einziger Schwärmer die Hülle verlassen kann, wie es bei der Bildung der amöboiden Schwärmer der Fall sein dürfte, dies festzustellen muß ferneren Untersuchungen anheimgestellt bleiben. Die Bildung und Entleerung der zuerst geschilderten, amöboiden, nicht schwärmenden „Schwärmer", so wie die Bildungsweise der in den sekundären Zoosporangien entstandenen, habe ich in ihrem Verlaufe leider nicht beobachten können; das voranstehend Mitgeteilte ist also aus den vorgefundenen Stadien erschlossen.

Alte, jedenfalls Jodsäure enthaltende Jodjodkaliumlösung färbt die warzig-stachelige Membran der extramatrikalen Zoosporangiensorus-Mutterzelle, wie auch den Entleerungshals der intramatrikalen Spore, insbesondere dessen apikalen Teil, intensiv rot-violett; die Häute der Teilsporangien hingegen bleiben farblos.

Da ich das Eindringen des Keimes in die Nährpflanze nicht beobachtet habe, und die Sporen, deren Weiterentwicklung oben geschildert wurde, stets im bräunlich-geschwärzten, abgestorbenen Zellinhalt der Wirtszellen lagen, so kann man auch nicht sagen, ob es sich hier um einen Parasiten, der den Tod lebender Zellen herbeiführt, oder um einen Saprophyten, der in abgestorbenen Zellen Aufenthalt nimmt, handelt. Ich beobachtete diesen Organismus in der zweiten Hälfte des September 1908, in Material, welches ich in dem Graben neben dem ehemaligen „Kehler Weg" in der Nähe der „Villa Lersch" ober Rox, in der Hohen Tátra den 30. Juli desselben Jahres gesammelt hatte.

Wenn auch der Entwicklungsgang unseres Organismus nicht lückenlos bekannt ist und einzelne Phasen desselben auch der wünschenswerten Sicherheit entbehren, so ist doch so viel klar, daß hier eine Chytridiacee vorliegt, welche der Gattung *Micromyces* äußerst nahe steht. Das Genus *Micromyces* wurde von Dangeard (1889 p. 55) aufgestellt. Seinen materiellen Inhalt bildeten — wenn dies auch Dangeard (l. c.) nicht erwähnt — jene Stachelkugeln, die sich bisweilen in Algenzellen — im Falle Dangeard's in *Zygogonium* — finden und welche schon weit früher den älteren Algologen unter dem Sammelnamen Asterophärien, Asteridien wohl-

bekannt waren. Bei PRINGSHEIM (1856 p. 160) finden wir sogar eine zwar zaghaft vorgetragene, jedoch richtige Darstellung der Keimung einer solchen intramatrikalen Stachelkugel, aus welcher unzweifelhaft hervorgeht, daß er einen *Micromyces* im Sinne DANGEARD's beobachtet hatte, was augenscheinlich DANGEARD (1889 p. 52; 1891 p. 245) und später auch FISCHER (1892 p. 71) und v. MINDEN (1915 p. 280) unbekannt geblieben war. Die Beobachtungen DANGEARD's (l. c.) sind also zum Teil keine neuen Entdeckungen, vielmehr nur eine willkommene Bestätigung der Angaben PRINGSHEIM's. Sie sind — wie mich eigene Beobachtungen überzeugten — richtig und so gehört *Micromyces* DANG. den Merolpidien im Sinne FISCHER's an. FISCHER's Ansicht bestätigt sich also; denn er sagte (1892 p. 72): „Er würde der Sectio *Pyknochytrium* in der Gattung *Synchytrium* entsprechen, wo ebenfalls die allein vorhandenen Dauersporen bei der Keimung einen Sporangiensorus liefern." Auch die interessante Beobachtung WORONIN's (1868), daß die gemeinsame Sorusmembran und am Endosporium der Dauerspore die nächste Umgebung der Entleerungsöffnung bei Behandlung mit Jod und Schwefelsäure rotviolett wird (l. c. p. 88 Taf. III Fig. 18), mithin eine celluloseartige Reaktion gibt, erhält nun ein Seitenstück durch unseren Organismus, wo ebenfalls, wie vordem auf Seite 206 erwähnt, die gemeinsame Sorusmembran und insbesondere die Spitzenregion des Entleerungshalses schon bei Behandlung mit wässeriger Jodjodkaliumlösung rotviolett wird. Bei Chytridiaceen eine auffällige und seltene Erscheinung! Die Übereinstimmung zwischen einem *Pyknochytrium* und *Micromyces* ist überhaupt eine derart vollkommene, daß es sich frägt, ob die weitere Aufrechterhaltung der Gattung *Micromyces* zulässig ist. Doch lassen wir diese Frage hier auf sich beruhen, und behalten wir das Genus *Micromyces* vorderhand bei. Bei den beiden bislang bekannten *Micromyces*-Arten, bei *Micromyces zygogonii* DANG. und *Micromyces Mesocarpi* DE WILD. bleibt nach dem Ausschwärmen der Schwärmer innerhalb der gemeinsamen Sorusmembran — wenn eine solche überhaupt gebildet wurde — kein Wandnetz der Teilsporangien zurück, wie dies bei unserem Organismus stets der Fall ist. Auch sind amöboide, nicht schwärmende „Schwärmer" bei jenen *Micromyces*-Arten nicht bekannt geworden. Hierin sind Unterschiede gegeben, welche mich dazu führen, diesen Organismus in die neue Gattung *Micromycopsis* zu stellen und ihn *Micromycopsis cristata* (mit Rücksicht auf die so eigenartige Skulptur seiner intramatrikalen Sporen) zu nennen. Ob diese generische Trennung dauernden Bestand haben wird, müssen weitere

Untersuchungen entscheiden. Das oben erwähnte *Synchytrium mercurialis* Fuckel stellt nicht nur in bezug der celluloseartigen Natur der gemeinsamen Sorusmembran und seiner Dauersporenöffnung eine Parallele mit *Micromycopsis cristata* dar, sondern auch die Skulptur des Dauersporenexosporiums weist einige Ähnlichkeit auf. Die Dauerspore zeigt hier zwar keine kontinuierliche Spiralleiste als Verdickung, sondern eine Vielheit leistenförmiger Stücke, welche die Anordnung in einer Spirallinie erkennen lassen und welche Spirale besonders am Ende der elliptischen Spore ganz klar zum Ausdruck kommt (siehe Woronin 1868 Taf. II Fig. 14). Auch bei *Synchytrium mercurialis* finden sich neben derart skulpturierten Dauersporen solche mit glatter Membran. Mithin ist also auch hier eine ganz ähnliche Variation der Membranskulptur vorhanden.

***Micromycopsis Fischerii* nov. gen. nov. spec.** (Taf. 10 Fig. 77.)

Im destruierten und geschwärzten Zellinhalt von *Zygogonium*-Zellen, wodurch solche infizierte Fäden dieser Alge auffällig werden, findet man eine oder auch zwei, stark- und glattwandige, kugelige Sporen von 11 μ Durchmesser. Der Inhalt dieser Sporen tritt durch einen mehr oder weniger langen, cylindrischen, über das Niveau der Wirtszelloberfläche nicht hinausragenden Entleerungshals aus, kugelt sich daselbst, der Wirtszelloberfläche aufliegend ab und umgibt sich mit einer dünnen, farblosen, glatten Membran. Hierauf zerfällt er unter Bildung etwas radial angeordneter Wände in Portionen und wird hierdurch wohl zu einem Zoosporangiensorus von 12 μ Durchmesser. Eine deutlich sichtbare Querwand trennt den extramatrikalen, kugeligen Sorus im Niveau der Wirtszelloberfläche von dem intramatrikalen Teil des Organismus. Weiteres habe ich nicht beobachtet.

In den Zellen einer *Zygogonium*-Art mit blaß-purpurviolettem Zellsaft, in Moorlachen neben dem Spazierweg am See, in der Nähe des Hotel Móry (Csorbaer-See-Gegend), in der Hohen Tátra, welche noch Herr Móry — trotz meiner Bitte um Schonung — durch Anlage eines Weggrabens im Interesse des Fahrweges und zur Hebung der „Schönheit" vernichtete.

Die große Ähnlichkeit mit der voranstehend geschilderten *Micromycopsis cristata* springt sofort in die Augen und doch möchte ich diese beiden Organismen miteinander nicht identifizieren. Daß die intramatrikale Spore bei *Micromycopsis cristata* typischerweise skulpturiert, hier aber glatt ist, hat nicht viel zu sagen, kommen ja glattwandige auch dort vor; aber die Membran der extramatrikalen

Sporangienmutterzelle ist dort braun und stets mit warzig-stacheligen Verdickungen versehen, während sie hier glatt und farblos ist. Das Wandnetz im Innern der Sporangienmutterzelle ist bei *Micromycopsis cristata* viel engmaschiger, aber auch hier vorhanden, so daß dieser Organismus auf Grund dessen ebenfalls in meine Gattung *Micromycopsis* gestellt werden muß. Ferner sind die Nährpflanzen verschieden, dort wahrscheinlich *Hyalotheca*, hier *Zygogonium.*

Zygogonium ist bereits als Wirt von *Micromyces zygogonii* Dang. bekannt, daß aber unser Organismus mit jenem nicht identisch ist, geht klar daraus hervor, daß *Micromyces zygogonii* die Zelle der Nährpflanze hypertrophisch verändert (welche Wirkung unser Organismus nicht hat), daß die typischerweise zerstreut-stachelige Spore den Sporangiensorus stets innerhalb des Wirtszelllumens, ohne Bildung eines Entleerungshalses entwickelt.

In *Zygogonium* kommt demnach sowohl eine *Micromyces*-, als auch eine *Micromycopsis*-Art vor, welch letztere ich im Andenken an Alfred Fischer, dem hochverdienten Bearbeiter der Phycomyceten in Rabenhorst's Kryptogamenflora *Micromycopsis Fischerii* benenne.

***Micromyces Petersenii* nov. spec.** (Taf. 10 Fig. 78, 79.)

Im Mai des Jahres 1902 beobachtete ich in einer nicht näher bestimmten *Mougeotia* die Keimung einer sog. Stachelkugel und stellte fest, daß ich *Micromyces* Dang. vor mir hatte. Die im Lumen einer hypertrophisch veränderten Wirtszelle liegende, kugelige Spore (Stachelkugel) trug jedoch nur kurze, konische, sehr zerstreut stehende, mithin spärliche Stacheln, wie sie übrigens auch Dangeard (1889) auf Pl. II in Fig. 2 bei c, 4, 5, 6, 10 abweichend von seiner Pl. XVII Fig. 2—8 (1891) bei seinem *Micromyces zygogonii* abbildet (Taf. 10 Fig. 78). Der aus dieser Spore ausgetretene, einen Sorus bildende Inhalt war ohne vorhergehende Bildung eines Entleerungshalses — wie bei *Micromyses zygogonii* — in das Lumen der Wirtszelle entleert worden, was alles zu *Micromyces zygogonii* Dang. stimmte, und so machte ich 1903 (Scherffel 1904 p. 117) die Angabe, daß *Micromyces zygogonii* Dang. sich nicht nur in *Zygogonium*, sondern auch in *Mougeotia* finde. Sechs Jahre später tat Petersen dasselbe (1910 p. 556), und seine auf p. 557 in Fig. XXVII c gegebene Abbildung gleicht sozusagen ganz genau derjenigen, welche ich den 18. Mai 1902 anfertigte (Taf. 10 Fig. 78). Die Schwärmer (Taf. 10 Fig. 79), welche ich hier beobachtete, haben eine ganz ungewöhnliche Gestalt; sie sind schlank spindelförmig, 6 μ lang und

2 μ dick, beidendig zugespitzt, bestehen aus homogenem, dichtem Plasma und führen in der Mitte des Körpers ein größeres, der Seitenfläche anliegendes, stark lichtbrechendes Fetttröpfchen; am Hinterende ist eine lange, äußerst feine Geißel vorhanden; sie gleichen also auffallend einem eine Spore enthaltenden fusiformen Bacillus, scheinen aber etwas amöboid zu sein. Nun finde ich, daß nach den Angaben von Dangeard (1889 p. 56), Fischer (1892 p. 71) die Schwärmer bei *Micromyces zygogonii* einen kugeligen Körper von nur ca. 1 μ Durchmesser besitzen, demnach ganz verschieden sind. Diese bedeutende und wichtige Abweichung in bezug auf die Beschaffenheit der Schwärmer im Verein mit der etwas anderen Bestachelung der Spore, sowie die verschiedene Nährpflanze machen mir es jetzt klar, daß dieser Organismus trotz seiner hypertrophisierenden Wirkung, welche er auf die Wirtszellen ausübt und trotz der Bildung des Sporangiensorus im Innern der Wirtszelle nicht mit *Micromyces zygogonii* Dang. identifiziert werden kann, daß hier eine neue, bisher verkannte *Micromyces*-Art vorliegt, welche ich nun zu Ehren des eifrigen Phycomytenforschers Herrn Dr. F. E. Petersen, der sie wiederfand, *Micromyces Petersenii* benenne. Von dem ebenfalls in *Mougeotia* vorkommenden *Micromyces mesocarpi* de Wild. ist sie scharf geschieden und unschwer zu unterscheiden.

Olpidium saccatum Sorokin. (Taf. 10 Fig. 80—83).

Sorokin (1889 p. 136) gab eine kurze, aber treffende Charakteristik dieses Organismus, welchen er in verschiedenen Desmidiaceen bei Taschkend in Zentralasien entdeckte. Wenn auch die Abbildungen in dieser Arbeit sehr primitive sind, offenbar nicht unter normalen Arbeitsbedingungen, vielleicht sogar unter schwierigen Verhältnissen nur flüchtig, skizzenhaft ausgeführt wurden, so bringt doch seine Fig. 89 auf Taf. IV (LXXX) den wesentlichen Charakter mit voller Klarheit zur Anschauung. Ich fand diese Chytridiacee namentlich in *Cosmarium botrytis* im Sommer 1902 bei Igló und 1910, abermals in *Cosmarium* spec., ebendaselbst wieder.

Das intramatrikale, dünn- und glattwandige Zoosporangium ist bei typischer Ausbildung dick- und kurz-wurst(sack-)förmig, in der Mitte mit einer weiten, sanften Einschnürung versehen, wodurch es im optischen Längsschnitt biskuitförmig wird. Liegt ein Ende desselben der Innenfläche der Wirtszellmembran an, so erscheint dieses Ende etwas kegelförmig zugespitzt und das Sporangium öffnet sich daselbst mit einem runden, im Niveau der Wirtszelloberfläche liegenden Porus; in solchen Fällen unterbleibt also die Bildung eines

Entleerungshalses gänzlich (Taf. 10 Fig. 80 z). Dies ist der häufigste Fall. In anderen Fällen, wo der Sporangiumkörper die Wirtszellmembran mit einem seiner Enden nicht berührt, kommt es zur Ausbildung eines vom Sporangiumkörper scharf abgesetzten, kurzen, meist vollkommen cylindrischen Entleerungshalses, der aber ausnahmslos mit seiner Mündung nicht im geringsten über das Niveau der Wirtszelloberfläche hervorragt (Taf. 10 Fig. 82 z). In selteneren Fällen, wo der intramatrikale Entleerungshals länger ist, ist er nicht ganz gerade und cylindrisch, ja er erscheint bisweilen knieförmig geknickt, aber auch dann ragt er aus der Wirtszelle nicht hinaus, das Sporangium hängt also stets sozusagen durch seine Öffnung mit der Wirtszellmembran zusammen (Taf. 10 Fig. 83). Hierin und in der mittleren sanften Einschnürung des sackförmigen Sporangiumkörpers liegt das wesentlichste Merkmal dieser Art, was schon Sorokin (l. c.) sehr richtig erkannte. Die Schwärmer, welche ich in einem Falle beobachtet habe, sind typische Chytridiaceenschwärmer, die fertig gebildet austreten, von winziger Größe und mit dem charakteristischen Fetttröpfchen versehen. Genaueres über sie. ihr Benehmen und ihr weiteres Schicksal kann ich leider nicht mitteilen.

In denselben *Cosmarium*-Zellen, welche entleerte Zoosporangien dieses Organismus enthielten, fand ich Dauersporen, welche mir die Dauersporen dieser Chytridiacee zu sein scheinen (Taf. 10 Fig. 80 sp, 81). Es sind zumeist nahezu kugelige oder etwas birnförmige, farblose Zellen von 11—16, zumeist 14 = 16, 15 = 16 μ Durchmesser, deren ca. 2 μ dicke Membran aus einer äußeren, dunklen, doppelt konturierten, und einer inneren matt-bläulichglänzenden Schicht besteht Das Lumen dieser Dauersporen ist erfüllt von dicht aneinander gedrängten, stark lichtbrechenden groben Körnern (Fetttropfen?), welche auch zu einem einzigen großen Fetttropfen zusammenfließen können (Taf. 10 Fig. 81). Es hat ganz den Anschein, daß diese Dauerspore im kugelig erweiterten Ende eines dünneren und längeren Schlauches liegt, von dessen leerem Teil sie sich durch eine Querwand abgegrenzt zeigt und welcher Teil als ein zartwandiges, keulenförmiges Anhängsel an ihrem Körper erscheint. Wiewohl dies Bild eine oberflächliche Ähnlichkeit hat mit einer sexuell entstandenen Oospore eines zweigliedrigen *Myzocytium* und man auch annehmen könnte, daß der Zellinhalt der nunmehr leeren, keulenförmigen Anhangszelle in die kugelige Dauerspore übertrat und als befruchtende männliche Zelle fungierte, so möchte ich doch meinen, daß hier kein Sexualakt vorliegt und die Dauerspore im einzelligen

Schlauch ungeschlechtlich, durch einfache Kontraktion und Konzentration des Schlauchinhaltes in eines seiner Enden entsteht, worauf dann Abschluß durch eine Querwand erfolgt. Es liegt also meiner Ansicht nach hier ein ähnlicher Fall vor, wie ihn *Dangeardia mamillata* Schröder zeigt (1898, Taf. XX Fig. 10—13), wo auch die Anhangszelle kein Antheridium ist. Das weitere Schicksal dieser Dauersporen ist unbekannt.

Fischer (1892 p. 25) äußerte die Meinung, daß *Olpidium saccatum* nichts anderes sein dürfte als *Olpidium endogenum* A. Br. Die für *Olpidium saccatum* charakteristische mittlere Einschnürung am Sporangium wäre nach ihm eine notwendige Folge dessen, daß der Vegetationskörper durch die enge Öffnung der Einschnürung, der Desmidiaceenzelle aus einer Hälfte in die andere hineinwächst. Nun aber zeigen auch solche Sporangien diese Einschnürung, die ganz und gar sich im Innern einer Desmidiaceenzellhälfte, senkrecht zur Längsachse der Wirtszelle entwickelten, den Isthmus also nicht passieren, wo also dieses vordem erwähnte Moment ganz in Wegfall kommt (Scherffel 1904 p. 116 und hier Taf. 10 Fig. 80 z). Diese Einschnürung erweist sich mithin als ein konstanter Artcharakter, der unter allen Umständen zur Ausbildung gelangt. Bei *Olpidium endogenum* erweitert sich der lange, deutlich aus der Wirtszelle hinausragende Entleerungshals vor dem Austritt aus derselben kugelig. Bei *Olpidium saccatum* ist es — wie wir bereits sahen — ganz anders! So zeigt es die grundverschiedene Beschaffenheit des Entleerungshalses und nicht nur die abweichende Gestalt der Sporangien mit voller Klarheit, daß in *Olpidium saccatum* und *Olpidium endogenum* zwei verschiedene Organismen vorliegen, und ersteres eine wohlcharakterisierte, gute Art darstellt. Aber auch mit *Myzocytium*, mit welchem Fischer (1892 p. 25) *Olpidium saccatum* in Verbindung bringen möchte, hat es nichts zu tun, denn die aus seinen Zoosporangien hervorgehenden Schwärmer sind typische Chytridiaceenschwärmer, und nicht die traubenkernförmigen, zweigeißeligen Schwärmer von *Myzocytium*, die überdies nach dem *Pythium*-Typus gebildet werden; außerdem ist der Entleerungshals bei *Myzocytium* anders beschaffen, als derjenige von *Olpidium saccatum*. Fischer's nicht stichhaltige Meinung scheint aber Anklang gefunden zu haben, denn wir finden sie bei v. Minden (1915 p. 243) reproduziert und *Olpidium saccatum* wird auch hier, als selbständige Form, nicht behandelt.

Olpidium immersum, das Sorokin (1889 p. 136) ebenfalls in Desmidiaceen bei Taschkend und Bourdalix in Asien fand, unterscheidet

sich — wenn auch das intramatrikale Sporangium in manchen Fällen demjenigen von *Olpidium saccatum* ähnlich sein dürfte (siehe SOROKIN 1889 Taf. IV (LXXX) Fig. 91) — wenn durch nichts anderes, so durch den über das Niveau der Wirtszelloberfläche hinausragenden Entleerungshals. *Olpidium immersum* SOROKIN wurde von FISCHER (1892 p. 25) ebenfalls für mit *Olpidium endogenum* A. BR. identisch erklärt. Wiewohl hier Momente vorhanden sind, die eine solche Identifizierung einigermaßen berechtigter erscheinen lassen, als dies bei *Olpidium saccatum* der Fall ist (insbesondere die intramatrikale Anschwellung des über die Wirtszelloberfläche hinausragenden Entleerungshalses), so kann ich mich auch hier dieser Interpretation FISCHER's nicht anschließen. Meiner Ansicht nach liegt in *Olpidium immersum* SOROKIN derselbe Organismus vor, den REINSCH (1878) l. c. auf Taf. XVII in Fig. 11 und 12 abbildete, in welcher Abbildung ich eher je zwei-zwei, selbständige Individuen, als zwei zweigliedrige Exemplare sehe. Sollte aber doch letzteres der Fall sein, so ist dieser von REINSCH abgebildete Organismus keinesfalls *Myzocytium proliferum* SCHENK, wie es FISCHER (1892 p. 74) will, sondern eher — in Übereinstimmung mit SOROKIN (1889 p. 138) — ein *Bicricium*, welch letzteres ich entgegen der Meinung CORNU's und FISCHER's (1892 p. 75)[1]) nicht mit *Myzocytium* zu identifizieren vermag und das zu eingehenderen Untersuchungen warm anempfohlen sei.

Olpidium utriculiforme nov. spec. (Taf. 10 Fig. 84—87.)

Den mit diesem Namen bezeichneten Organismus fand ich ebenfalls in Desmidiaceen, namentlich in *Cosmarium botrytis* bei Igló, aber auch in *Euastrum* spec. bei der „Villa Lersch“ ober Rox, in der Hohen Tátra.

Der Vegetationskörper, in Einzahl im Innern der Wirtszelle vorhanden, stellt einen dicken, glattwandigen, entweder einfachen oder mit einigen bauchigen Aussackungen versehenen, oder einige plumpe, fingerförmige Äste gleicher Dicke aufweisenden Schlauch dar. Dieser unregelmäßig schlauchförmige Vegetationskörper wächst beinahe stets durch den Isthmus der Desmidiaceenzelle aus einer

[1]) Bei *Bicricium lethale* beobachtete SOROKIN (1889 p. 138) eingeißelige Schwärmer! Bei *Bicricium transversum* nur Dauersporen, die in einer Zelle liegen, deren Nachbarin durch einen nach außen gehenden Entleerungshals entleert erscheint! (l. c. Taf. III (LXXIX) Fig. 76.) Dies alles stimmt nicht zu *Myzocytium*.



Zellhälfte in die andere, durchwuchert hiermit die ganze Wirtszelle und wird holocarpisch zu einem Zoosporangium, das sich mit einem im Niveau der Wirtszelloberfläche liegenden Porus, welcher an der Spitze eines Schlauchendes, welches die Innenfläche der Wirtszellmembran berührt, entsteht. Auch hier hängt also das intramatrikale Sporangium sozusagen durch seine Öffnung mit der Membran der Wirtszelle zusammen und ein „Entleerungshals“ fehlt hier im viel höherem Maße als bei *Olpidium saccatum* (Taf. 10 Fig. 84—86). Den 25. März 1910 fand ich in *Cosmarium botrytis* ein noch Inhalt führendes Sporangium, das von gleichmäßig granuliertem Plasma erfüllt erschien. Vakuolen waren nicht zu beobachten. Die stark lichtbrechenden Körnchen flossen zu größeren, jedoch nur 1,5 μ im Durchmesser haltenden, runden, fettglänzenden Tröpfchen zusammen und das Sporangium bot alsdann das charakteristische Bild eines Chytridiaceen-Zoosporangiums. Allem Anschein nach werden überaus zahlreiche Schwärmer gebildet, denn ihre kleinen Fetttröpfchen erfüllen dicht gedrängt das Lumen des Sporangiums. DieEntleerung und die Schwärmer sah ich nicht und alles andere ist auch noch unbekannt.

Wodurch diese Chytridiacee im hohen Grade Beachtung verdient, ist die schlauchförmige Ausgestaltung ihres Vegetationskörpers, welcher formell demjenigen einer Ancylistinee gleichkommt, insbesondere wenn Astbildung vorhanden ist. Wie es aber die Art und Weise der Schwärmerbildung zeigt, liegt hier trotzdem keine solche, sondern eine Chytridiacee vor, wo die Schwärmer sicherlich nur eine einzige Geißel aufweisen werden. In bezug auf den intramatrikalen, schlauchförmigen, auch verzweigten, zu einem einzigen Zoosporangium werdenden Vegetationskörper stimmt *Olpidium utriculiforme* mit *Mitochytrium ramosum* Dang. (das ebenfalls in einer Desmidiacee, in *Desmidium Ehrenbergii* gefunden wurde) überein und diese Übereinstimmung wird noch eine vollständigere dadurch, daß auch dort die in großer Zahl gebildeten Schwärmer nur einen kleinen Fetttropfen aufweisen und durch Entleerungshälse entleert werden, die nicht über das Niveau der Wirtszellmembran hervorragen (Dangeard 1911 p. 201 Fig. 1). Aber unser Organismus ist dennoch keine *Mitochytrium*-Art, denn es fehlen hier die feinen, verzweigten Rhizoiden, welche *Mitochytrium* so auszeichnen und zudem treten bei *Mitochytrium* mehrere, intramatrikale, kurze Entleerungshälse auf, welche hier fehlen. Das Fehlen jeglicher Rhizoiden am gänzlich intramatikalen Vegetationskörper und die Bildung einer einzigen Entleerungsöffnung am Zoosporangium ist es,

was mich veranlaßt, diese Chytridiacee trotz ihrer Schlauchform in die Gattung *Olpidium* zu stellen.

Viel näher noch als *Mitochytrium* dürften unserem Organismus jene intracellulären, Desmidiaceen bewohnenden Formen stehen, welche Reinsch (1878) l. c. auf Taf. XVII in Fig. 14 u. 5 abbildet, wenn diese nicht sogar mit ihm identisch sind. In Fig. 14 l. c. ist der intramatrikale Schlauch ebenfalls verzweigt — wenn auch der Typus der Verzweigung ein anderer ist —, in Fig. 5 sind es einfache, darmförmig verschlungene Schläuche, aber in beiden Fällen öffnen sie sich im Niveau der Wirtszelloberfläche ohne einen nach außen vortretenden Fortsatz (Entleerungshals) zu treiben, worauf Reinsch deutlich hinweist und was ein Charakteristikum seines „Typus II" ausmacht (l. c. p. 300).

Hier muß ich ferner noch einer Form gedenken, welche ich in einem Exemplar den 11. Juli 1902 bei Igló in einem nicht näher bestimmten *Staurastrum* fand und von welcher ich nicht weiß, ob sie mit mehr Recht zu *Olpidium saccatum* oder zu *Olpidium utriculiforme* zu ziehen ist, denn sie ist gewissermaßen eine Mischung dieser beiden Arten, dürfte aber letzterer doch näher stehen. Statt einer umständlichen, weitläufigeren Beschreibung verweise ich hier auf die beigegebene Abbildung (Taf. 10 Fig. 88). Petersen (1910) gibt auf p. 556 in Fig. XXVIe die Abbildung einer unbestimmten Chytridiacee in einer Desmidiacee (*Pleurotaenium crenulatum*?), die — wie ich glaube — identisch ist mit meiner Form in *Staurastrum*. (Man vergleiche insbesondere das oberste Glied der Reihe in der Figur Petersen's mit meiner Fig. 88 auf Taf. 10.) Allem Anschein nach handelt es sich bei der Form Petersen's nicht um einen Zerfall eines mehrzelligen Schlauches in seine einzelnen Glieder, die zu ebenso vielen Zoosporangien wurden, sondern um eine Mehrzahl selbständiger, einzelliger Individuen, für welche ja in der großen, langgestreckten *Pleurotaenium*-Zelle Raum und Nahrung genug vorhanden war, und wofür auch mein Fall in *Staurastrum* spricht.

Mit *Olpidium saccatum* haben alle diese soeben behandelten schlauchförmig entwickelten Formen das gemeinsam, daß die Entleerungsöffnung ihrer Zoosporangien genau im Niveau der Wirtszelloberfläche liegt, gleichviel ob ein Entleerungshals vorhanden ist oder gänzlich fehlt. Dann vermehren sie das „siphonale Element" innerhalb der eingeißeligen Chytridineenreihe und verstärken so — zwar indirekt — die Stütze meiner Hypothese über die Abstammung der Monoblepharidineen (siehe Scherffel 1925 p. 38).

***Chytridium? muricatum* nov. spec.** (Taf. 10 Fig. 89.)

Auf den Zygoten von *Staurastrum dejectum* Bréb var. *De Baryanum* Nordst.; diese abtötend. Bei der „Villa Lersch“ ober Rox, in der Hohen Tátra. August 1908.

Sporangium extramatrikal, mit gewölbter Basis zwischen den kräftigen, langen Stacheln der Nährzelle, deren Oberfläche dicht aufsitzend, breit-oval, etwas höher als dick (15 = 12 μ), starkwandig; die Oberfläche ist ziemlich dicht besetzt mit zerstreut stehenden, ziemlich dicken, ca. 3 μ langen, also kurzen, konischen Stacheln. Da der Rand des geöffneten und entleerten Sporangiums vollkommen gerade, scharf begrenzt erscheint, so dürfte dessen Öffnung durch Abheben eines deckelförmigen Membranstückes erfolgen. Schwärmer und weiteres unbekannt.

Diese so unvollständig bekannte, schöne Chytridiacee, welche weiterer Beobachtung anempfohlen sein mag, ist dadurch interessant, daß sie zu jenen wenigen gehört, deren Sporangiummembran skulpturiert ist. Da die stachelige Membran außerdem auch ziemlich stark ist und ich nur entleerte Sporangien beobachtet habe und die Dauersporen der Chytridiaceen bei der Keimung ebenfalls zu Zoosporangien werden, so ist es nicht ganz sicher, ob es sich hier um Zoosporangien oder ausgekeimte Dauersporen handelt. Gegen letzteres spricht mir indessen die größere Zahl der beobachteten, entleerten Exemplare. Ob es sich hier wirklich um eine Art der Gattung *Chytridium* handelt kann erst durch Beobachtung der Öffnungsweise entschieden werden. Von einem intramatrikalen Rhizoidsystem konnte ich nichts bemerken, wenn auch ein solches wahrscheinlich vorhanden sein wird.

Chytridium* (?) *spinulosum Blytt. (Taf. 10 Fig. 90—95.)

Auf den mit brauner Membran versehenen Zygoten einer nicht näher bestimmten *Spirogyra* (*Rhynchonema*) bei Igló im Mai 1903 beobachtet, seitdem nicht wiedergefunden. Die Zygosporen derselben *Spirogyra* — auch diejenigen Fäden, an welchen sich *Chytridium spinulosum* fand — erschienen reichlich von *Lagenidium entophytum* befallen. Während *Chytridium spinulosum* sich beinahe stets nur auf den braunwandigen Zygoten fand, fand sich *Lagenidium entophytum* nur in solchen mit farbloser Wand. Da die Zellen eines *Spirogyra*-Fadens annähernd gleichzeitig copulieren, die Zygoten demnach ziemlich gleichalterig zu sein pflegen, so drängt sich hier die Frage

auf, ob nicht das Farblosbleiben der Zygotenmembran auf eine Einwirkung des *Lagenidium* zurückzuführen ist. Gleichzeitige Infektion einer solchen farblosen Zygote von *Lagenidium entophytum* und *Chytridium spinulosum* kommt indessen auch vor.

Die Zoosporangien von *Chytridium spinulosum* sind extramatrikal und sitzen zumeist nicht der Zygotenwand, sondern derjenigen der *Spirogyra*-Zelle auf (Taf. 10 Fig. 91, 94). Das Sporangium ist niedergedrückt kugelig (sphäroidal) und erscheint in der Mitte seiner oberen Fläche mit einem ziemlich breiten, stumpf-kegelförmigen Buckel von 4 μ Höhe versehen (Taf. 10 Fig. 90), welcher schon an jungen, noch nicht ausgewachsenen Sporangien nahezu jene Dimensionen aufweist, wie an völlig erwachsenen, und demzufolge dieser hier größer, sehr auffällig erscheint (Taf. 10 Fig. 93). Bemerkenswert ist ferner die bei einem Zoosporangium ungewohnte Dicke der ganzen Membran, welche an ihrer Außenfläche regellos zerstreut stehende, kurze Stacheln trägt, welche nur an dem kegelförmigen Scheitelteil gänzlich fehlen (Taf. 10 Fig. 90, 91, 93, 94). Da dieser stachellose, glatte Buckel durch eine scharfe, gerade Linie vom stacheltragenden Teil abgegrenzt erscheint, so repräsentiert er sich als eine Kappe, als ein „Deckel," von dem man per analogiam annahm, daß er bei der Entleerung des Sporangiums abgeworfen wird. Die Zoosporangien sind von sehr verschiedener Größe, die größeren sind 17—32 μ dick, meist 16 μ hoch, kleine nur 10 μ dick und 12 μ hoch; die apikale Kappe ca. doppelt so breit als hoch. Vor der Zoosporenbildung fallen auch hier — wie bei den Chytridiaceen überhaupt — im homogenen, hyalinen Plasma die nicht sehr zahlreichen, großen Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer auf. Durch eine nicht vorgebildete, unregelmäßige Öffnung, welche in der oberen Hälfte der Seitenwand des Sporangiums entsteht (Taf. 10 Fig. 91), tritt der Inhalt, ohne bereits in die Schwärmer differenziert zu sein, aus. Diese Differenzierung erfolgt erst später. Die entstandenen Schwärmer bleiben noch eine Weile bewegungslos liegen, eilen aber nach gewisser Zeit, einer nach dem anderen, plötzlich fort und schwärmen normal. Der hier so schön sichtbare „Deckel" des Sporangiums bleibt festsitzend, intakt! Die Schwärmer sind kugelig, auffallend groß (8 μ Diam.) und haben einen sehr großen (6 μ Diam.), exzentrischen, im vorderen Teil liegenden Fetttropfen und eine einzige, lange, ungewöhnlich dicke Geißel (Taf. 10 Fig. 92).

Der zur Ruhe kommende Schwärmer setzt sich gewöhnlich an die Wand einer *Spirogyra*-Zelle fest, welche in ihrem Innern die Zygote birgt und durchbohrt mit einem dicken, ein deutliches Lumen

zeigenden Fortsatz deren Membran, gewöhnlich an einer Stelle, wo die Entfernung zwischen der *Spirogyra*-Zellwand und der Zygosporenoberfläche nicht bedeutend ist. Im Innern der *Spirogyra*-Zelle schwillt der Rhizoidfortsatz spindelförmig bis kugelig an (Taf. 10 Fig. 91, 94), was von der Größe der Distanz, welche zwischen der *Spirogyra*-Zellwand und der Zygote besteht, abhängt. Sitzt der Schwärmer abseits von der Zygote, so wird dieser intramatrikale Teil des Rhizoids zu einem langen, dicken, zylindrischen, jedoch ziemlich dünnwandigen Schlauch mit weitem Lumen — ein Bild, wie wir es bei *Chytridium olla* zu sehen bekommen (siehe Braun 1855 Taf. I fig. 2). Nun durchbohrt die Spitze des intramatrikalen Rhizoids mit einem äußerst dünnen, haarfeinen Fortsatz die starke, braune Zygotenwand, so daß der Bohrkanal nur wie ein die Zygotenwand durchsetzender Strich erscheint, schwillt aber sofort an deren Innenfläche zu einer zartwandigen, annähernd kugeligen, mehr oder weniger großen Blase an, in welcher (nach der Entleerung des Sporangiums) meist ein großer Fetttropfen zu finden ist (Taf. 10 Fig. 90, 93 rechts, 94). Von dem inneren Pol dieser Blase geht dann zumeist ein spielkegelförmiger oder rübenförmiger, weitlumiger Fortsatz ab, welcher sich an seinem inneren Ende verzweigt und nach und nach in ein reich verzweigtes Rhizoidsystem auflöst (Taf. 10 Fig. 90); oder es entspringen von der kugeligen Blase an mehreren, seitlichen Punkten starke Rhizoidstämme, welche sich weiter verästeln. Die Rhizoiden sind auffallend kräftige, dicke Fäden und die ganze Zygote wird von ihnen reichlich durchsetzt. Bei deren Sichtbarmachung leistet konzentrierte Chloralhydratlösung vorzügliche Dienste, besonders wenn man durch Druck die Zygosporen sprengt und hierauf bis zum Sieden erhitzt. Auf solche Weise wird der Zygoteninhalt nahezu vollständig entfernt und der Parasit tritt in allen seinen Teilen klar und scharf hervor.

Die Dauersporen findet man stets im Innern der *Spirogyra*-Zygoten. Sie sind kugelig, haben eine sehr deutlich zweischichtige, 4 μ dicke, glatte Membran und einen sehr großen, beinahe ihr ganzes Lumen ausfüllenden Fetttropfen, dessen Durchmesser 20—28 μ beträgt (Taf. 10 Fig. 95). Sind ihrer mehrere in einer Zygote vorhanden, so sind sie kleiner und infolge gegenseitigen Druckes ist ihre Form auch nicht so regelmäßig kugelig. Erreicht eine einzig allein vorhandene exzessive Größe, so formt sie sich nach dem Lumen der Zygote und wird etwas elliptisch (Durchmesser $30 = 28\ \mu$, Fetttropfen 24 μ).

Die Membran des Sporangiums ist also bei dieser interessanten Chytridiacee in ganz ähnlicher Weise skulpturiert wie bei dem vorher

behandelten *Chytridium ? muricatum* und auch hier geht diese Skulptur Hand in Hand mit einer auffallenden Dicke. BLYTT bezeichnete diesen Organismus als ein „*Chytridium*“ und man war um so mehr versucht ihn als ein solches anzusehen, als man angesichts des „wohlausgebildeten“ Deckels, die Öffnung des Sporangiums durch Abwerfen desselben als selbstverständlich hinnahm und da zudem die Dauersporen intramatrikal gebildet werden. In überraschender und ganz unerwarteter Weise funktioniert aber der „Deckel“ nicht als solcher und die Schwärmer treten durch ein nachträglich entstehendes Loch seitlich aus, wie ich es bereits 1903 (SCHERFFEL 1904 p. 117) feststellte und was später – ohne von meinen damaligen Angaben Kenntnis zu haben — PETERSEN in sehr erfreulicher Weise bestätigte (PETERSEN 1910 p. 543, fig. XIX c). Ihn in die Gattung *Chytridium* einzureihen verursacht nun einige Schwierigkeit. Ferner darf man nicht achtlos an der Erscheinung vorübergehen, daß der Sporangiuminhalt nicht in die einzelnen Schwärmer gesondert austritt, die Sonderung in dieselben erst nachträglich erfolgt. Nun dies sind Anklänge an *Polyphagus*. Auch die auffallende Größe der Schwärmer und das stark entwickelte Rhizoidsystem erinnert an diese Gattung und vereitelt derzeit eine einwandfreie, sichere Entscheidung über seine systematische Stellung. So möge denn dieser Organismus auch weiterhin mit Fragezeichen seinen alten, wohlbekannten Namen beibehalten.

Rhizophidium decipiens A. BR. (Taf. 10 Fig. 98—102.)

Diese Chytridiacee ist in mancher Hinsicht eigenartig und interessant. BRAUN (1855 p. 54) wies darauf hin, daß ihre Sporangien wohl extramatrikal sind, aber einer Zelle (der Oospore von *Oedogonium*) aufsitzen, welche selbst in einer Zelle, im Oogonium eingeschlossen liegt. Nach der Darstellung bei BRAUN (l. c. p. 55 Taf. V Fig. 3, 4) sitzen die Sporangien mit breiter, abgeplatteter Basalfläche einer bereits mit Membran umhüllten Oosphäre, also einer jungen Oospore auf und dies scheint auch nach meinen eigenen Beobachtungen meistens der Fall zu sein. Jedoch beobachtete ich in den Oogonien von *Oedogonium sexangulare* sowohl Zoosporangien als auch Dauersporen, welche jedenfalls diesem Parasiten angehören, dem desorganisierten, unregelmäßig kontrahierten, membranlosen, gebräunten Inhalt anliegend (Taf. 10 Fig. 102) und auch in der Abbildung, die PETERSEN (1910, p. 554 Fig. XXV f) von diesem Parasiten gibt, handelt es sich um eine noch membranlose Oosphäre. In jenen

Fällen, wo das Zoosporangium einer bereits geformten Oosphäre oder einer jungen Oospore aufsitzt, zeigt es, wenn es — wie zumeist — in Einzahl vorhanden ist, die charakteristische, sphäroide oder besser gesagt brotlaibförmige Gestalt und ragt mit seinem kurzen und weiten cylindrischen Entleerungshals aus der Öffnung des Oogoniums hinaus (Taf. 10 Fig. 98). Wie so oft kommt auch hier Mehrfachinfektion vor, und dann sind in einem Oogonium auf der einzigen Oospore nicht nur zwei, ja selbst drei Sporangien zu beobachten, die dann, den engen Raumverhältnissen entsprechend, die Form keulenförmiger, liegender Schläuche zeigen (Taf. 10 Fig. 99) und deren Entleerungshälse alle zusammengedrängt aus der einzigen Oogoniumöffnung hervorragen. Sitzt das Sporangium der formlosen, desorganisierten Inhaltsmasse eines Oogoniums an, dann nimmt es auch eine abweichende, unregelmäßige Gestalt an und auch ein Entleerungshals erscheint nicht recht entwickelt (Taf. 10 Fig. 102).

Die Schwärmer sind typische Chytridiaceenschwärmer mit hüpfend-schießender Bewegung. Ihr Körper ist kugelig und hat einen Durchmesser von 3—4 μ; der charakteristische, exzentrische Fetttropfen einen solchen von 1,5 μ. Die einzige, lange Geißel wird beim Austritt und während des Schwärmens nachgezogen. Der Körper des Schwärmers ist starker amöboider Formveränderung fähig.

Gleichzeitig mit den Zoosporangien, seltener mit diesen in ein und demselben Oogonium zugleich, findet man Dauersporen, welche allem Anschein nach diesem Organismus angehören. Es sind dies meist ovale, etwas unregelmäßig-eiförmige, manchmal etwas eckige (Taf. 10 Fig. 101), seltener rundlich gestaltete Zellen von 18 = 20, ja 36—39 μ mit auffallend dicker (2—6 μ), glatter, farbloser Membran, die bisweilen eine zarte radiale Streifung zeigt (Taf. 10 Fig. 100) was an die Dauersporenmembran von *Rhizophidium sporoctonum?* (siehe Taf. 10 Fig. 97 b), *Chytridium* (?) *characii* (Scherffel 1925 a, Taf. 1 Fig. 25 a—c) und *Latrostium comprimens* Zopf 1894, Taf. III Fig. 19) erinnert. Dem Inhalt dieser Dauersporen fehlt die große Fettkugel der Chytridiaceen-Dauersporen, annähernd gleichmäßig grobkörniger Inhalt erfüllt dicht das ganze Lumen (Taf. 10 Fig. 100, 101). Wie die Zoosporangien so findet man auch diese Dauersporen einzeln oder zu zweien in den befallenen Oogonien. Über die Beschaffenheit des im Nährsubstrat befindlichen Teiles, über ein etwa vorhandenes Rhizoidsystem weiß man noch nichts, denn der Nachweis eines solchen — wenn ein solches überhaupt vorhanden ist — dürfte in dem dichten, inhaltsreichen Substrat auf große Schwierigkeiten stoßen. Sollte aber auch ein intramatrikaler Teil gänzlich fehlen,

so kann man meiner Ansicht nach doch nicht der Auffassung PETERSEN's (1910 p. 555) beipflichten, der es für richtiger hält in diesem Organismus eine *Olpidium*-Art zu sehen. Sowohl die Zoosporangien als auch die Dauersporen sind hier typischerweise extramatrikal und hierin zeigt dieser Organismus ganz die Eigenschaften eines *Rhizophidiums*, während alle *Olpidium*-Arten intramatrikale Zoosporangien besitzen, endophytisch lebende Organismen sind. Auch die Erscheinung, daß der Entleerungshals des Zoosporangiums nie eine Membran durchbohrt, stimmt zu *Rhizophidium*, nicht aber zu *Olpidium*. Die Ähnlichkeit mit einem *Olpidium* ist jedenfalls eine ganz äußerliche und von ganz nebensächlicher Bedeutung. Sollten aber auch Rhizoiden nachgewiesen werden, so ist dann durchaus kein Grund vorhanden eine neue Gattung zu gründen, wie es PETERSEN (l. c. p. 555) meint.

In bezug auf das eigenartige Vorkommen innerhalb des Oogoniums einer oogamen Alge steht *Rhizophidium decipiens* nicht mehr einzig da, denn es hat ein Seitenstück in *Latrostium comprimens* ZOPF gefunden. Diese Übereinstimmung in der Art des Vorkommens, im Vereine mit der Entwicklung der Zoosporangien in der Querrichtung und ihrer lateralen Öffnung, veranlaßte v. MINDEN (1915 p. 333) die Frage aufzuwerfen, ob *Rhizophidium decipiens* nicht eigentlich in die Gattung *Latrostium* gehört, ja er hält es sogar für nicht unmöglich, daß es mit *Latrostium comprimens* ZOPF identisch ist (l. c. p. 338). Der hauptsächlichste Unterschied zwischen *Latrostium* und *Rhizophidium* wäre aber in dem verschiedenen Verhalten der Schwärmer gegeben, welche bei ersterer Gattung keine hüpfende, sondern ruhige Bewegung zeigen, bei welcher die Geißel vorangeht. Wie wir soeben sahen, besitzt *Rhizophidium decipiens* Schwärmer mit hüpfender Bewegung und diese ziehen die Geißel nach sich; man kann demnach diesen Organismus nicht als ein *Latrostium* betrachten, wenn auch hier, wie dort, das Exosporium der zweischichtigen Dauersporenmembran radiale Streifung zeigt. Mit *Latrostium comprimens* ist eine Identifizierung durchaus unzulässig, da dieser Organismus die Oogonien resp. Oosporen von *Vaucheria* befällt, mithin die Nährpflanzen ganz verschieden sind und die Dauersporen in ihrem Innern einen riesigen Öltropfen führen, welcher bei *Rhizophidium decipiens* nicht vorhanden ist.

Ich fand *Rhizophidium decipiens* A. BR. bei Igló in *Oedogonium Vaucherii* und *Oedogonium cardiacum*; in *Oedogonium sexangulare* in den Moorsümpfen bei der Lersch-Villa ober Rox in der Hohen Tátra; ferner sah ich es in *Oedogonium rufescens*, welches Fräulein

Dr. Elisabeth Kol 1923 im ungarischen Tieflande (Összeszéke bei Szeged) gesammelt hatte. Diese letzteren *Oedogonium*-Arten sind neue Substrate dieser Chytridiacee (siehe auch Scherffel 1914 p. 16).

Rhizophidium sporoctonum A. Br.? (Taf. 10 Fig. 96, 97.)

Im Juni 1906 fand ich bei Igló in Gesellschaft mit *Chytridium olla* auf den Oogonien von *Oedogonium Vaucherii* (Le Cl.) A. Br. eine Chytridiacee in welcher ich geneigt bin *Rhizophidium (Chytridium) sporoctonum* A. Br. zu sehen. Nicht nur ihre Nährpflanze, sondern auch der Ort des Vorkommens an derselben ist derselbe, wo sie Braun antraf. Die Zoosporangien sind von allem Anfang an kugelig und besitzen auch im ausgereiften resp. entleerten Zustande die geringe Größe von ca. 7 μ, was zu der Angabe Braun's stimmt. Sie öffnen sich am Scheitel mit weiter Öffnung und sehen dann dem *Rhizophidium sphaerocarpum* Zopf nicht unähnlich (Taf. 10 Fig. 96). Die Schwärmer sah ich nicht.

Mit diesen Sporangien zusammen fanden sich Dauersporen, welche vielleicht diejenigen dieses Organismus sind. Wie die Zoosporangien, so sind auch diese extramatrikal der Wirtszelle aufsitzende, kugelige Zellen, jedoch von bedeutenderer Größe (15—19 μ Durchmesser) mit glatter, auffallend dicker, blaß ockergelb gefärbter Membran und einem großen Fetttropfen im Innern (Taf. 10 Fig. 97). Mit *Chytridium olla* haben sie demnach nichts zu tun. Was diese Dauersporen besonders auszeichnet, ist die ganz eigenartige Struktur ihrer 4 μ dicken, aus zwei voneinander scharf gesonderten Schichten bestehenden Membran. Die äußere Schicht von 2,5 μ Dicke erscheint im optischen Durchschnitt von radialen, dunkleren Linien und Schatten zart gestreift, während man in der Flächenansicht sich kaum über die Oberfläche erhebende, punktiert erscheinende, rundliche Flecken wahrnimmt (Taf. 10 Fig. 97a). Die Außenschicht der Dauersporenmembran besitzt also Säulenstruktur. In schiefer Stellung erscheinen diese Membransäulchen fein längsgestreift, was in der Flächenansicht als Punktierung zum Ausdruck kommt. Die innere Schicht der Wand, nur ca. 1,5 μ dick, ist stark lichtbrechend und erscheint homogen.

In bezug auf diese Wandstruktur finden diese Dauersporen am ehesten in den sexuell gebildeten Dauersporen von *Chytridium* (?) *characii* mihi und in denjenigen von *Latrostium comprimens* Zopf ein Seitenstück, doch ist dort der Aufbau des Exosporiums aus Prismen etwas anders, bei ersterem deutlicher (s. Scherffel 1925 p. 13 Taf. I Fig. 25; Zopf 1894 Taf. III Fig. 19). Die Dauersporen

von *Rhizophidium sporoctonum?* entstehen augenscheinlich asexuell, durch Umwandlung des extramatrikalen Vegetationskörpers. Sind diese Dauersporen die Dauersporen von *Rhizophidium sporoctonum*, so hat dieser Organismus mit *Rhizophidium globosum* nichts zu tun, er ist alsdann kein Jugendzustand dieser Art, wie es Braun (1855 p. 40) vermutete, denn dieses besitzt braune, mit kleinen Stacheln besetzte Dauersporen, welche zudem auch größer, 25—30 μ im Durchmesser sind (v. Minden 1915 p. 320).

Rhizophidium digitatum **nov. spec.** (Taf. 10 Fig. 103, 104.)

Das dünn- und glattwandige Zoosporangium von 8 μ Durchmesser ist rundlich-kesselförmig, sitzt mit nach außen gewölbter Basis der Wirtszelloberfläche auf und trägt am Rande des abgeflachten Scheitels eine Krone von 5 kräftigen Zähnen, welche 4 μ lang und an ihrer Basis 2 μ dick, spitz nnd etwas nach innen gekrümmt sind. Diese Zähne scheinen nicht solide Membranverdickungen, sondern Fortsätze des Sporangiumlumens zu sein und führen — wenigstens im Jugendzustand feinkörniges Plasma. Subsporangial und intramatrikal befindet sich eine ziemlich weitlumige und dünnwandige, möhrenförmige oder dick-wurstförmige Blase, deren inneres Ende sich in ein dickes Rhizoid fortsetzt, welches sich vielleicht noch weiter verzweigt. Der Inhalt des Sporangiums ist feinkörniges Plasma, in welchem auch einige scharf umschriebene Vakuolen auftreten. Schwärmer und Dauersporen unbekannt.

Einmal auf einer dickeren, nicht näher bestimmten *Mougeotia* (Taf. 10 Fig. 104), das andere Mal auf einer Kolonie einer runden, einzelligen *Gloeocystis*-artigen Alge, deren Gallerthülle — wohl infolge von Eisenspeicherung — satt gelbbraun gefärbt erschien (Taf. 10 Fig. 103). In Moorlachen beim Hotel Móry (Csorbaer-Seegegend) in der Hohen Tátra. Ebendaselbst wo *Micromycopsis Fischerii* mihi. August 1910.

Die Ornamentierung des Zoosporangiums ist hier, wie bei der folgenden Art, eine ganz andersartige als bei dem vorher behandelten *Chytridium* (?) *muricatum* und bei *Chytridium* (?) *spinulosum*, denn sie gehören dem Typus der „Dentigeren Chytridien" an. Hier steht *Rhizophidium digitatum* wohl dem *Rhizophidium Brébissonii* Dang. am nächsten, welches eine Krone ebenfalls einfacher, jedoch zahlreicherer Zähne trägt und zudem auf einer anderen Nährpflanze, auf *Coleochaete scutata* gefunden wurde. Aber auch bei diesem ist der intramatrikale Teil des Parasiten ein einfacher, ziemlich gleich

dicker, wurmförmiger Fortsatz und keine typische d. h. kugelige subsporangiale Blase (Dangeard 1889 Pl. III Fig. 17).

Rhizidium quadricorne de Bary. (Taf. 10 Fig. 105, 106.)

Auf jungen Oosporen von *Vaucheria polysperma* Hassal, was — falls es sich bei der äußeren Übereinstimmung tatsächlich um diesen Organismus handelt — eine neue Nährpflanze und einen neuen Ort des Vorkommens bedeutet (Scherffel 1914 p. 17). Bei Igló im Mai 1911 beobachtet.

Ich will mich hier nur auf einige Angaben über die Schwärmer, deren Bildung und Entleerung beschränken, da darüber keine Mitteilungen vorzuliegen scheinen. Die Schwärmer sind kugelig und haben einen Durchmesser von 6 μ, einen 2 μ großen, peripher nahe der Geißelinsertion, demnach basal gelegenen Fetttropfen und einen Körper, dessen feingranuliertes Innere von einer Zone hyalinen, körnchenfreien Plasmas umgeben wird (Taf. 10 Fig. 106a). Die einzige Geißel ist lang und kräftig.

Vor dem Ausreifen der Schwärmer, wenn bereits die schönen, genau kugeligen Fetttropfen gleichmäßig im glasigen, hyalinen Plasma verteilt liegen, aber bevor noch die Grenzlinien zwischen den einzelnen Schwärmern sichtbar sind, sind neben den Fetttropfen diesen an Größe gleichkommende Vakuolen deutlich erkennbar, welche aber nicht pulsieren. Mithin ist hier bei dieser Chytridiacee ein vakuoliges Stadium vorhanden. Mit dem Sichtbarwerden der feinen Grenzlinien zwischen den Schwärmern wird der vordem glasige und körnchenfreie Inhalt deutlich und gleichmäßig, sehr feinkörnig und die vordem noch deutlich sichtbar gewesenen Vakuolen sind verschwunden. Ein zentraler Saftraum und ein plasmatischer Wandbelag wird also auch hier nicht gebildet. Ein vor der Entleerung stehendes Zoosporangium zeigt demnach einen in die Schwärmer zerklüfteten, feinkörnigen Inhalt ohne Vakuolen und die Fetttropfen der Schwärmer. Bei der Entleerung des Zoosporangiums tritt — anscheinend zumeist — die Schwärmermasse anfangs von einer nicht sichtbaren, wohl gallertigen Hülle umgeben, bruchsackartig hervor, mit deren Verquellung die Schwärmer auseinandertreten, gewöhnlich aber eine Weile ruhig liegen bleiben. Nach einer ziemlichen Ruhepause schießen dann die einzelnen Schwärmer nach einigen vorhergehenden Zuckungen davon.

Eine derartig auffällige, deutliche Differenzierung des Schwärmerplasmas in ein feinkörniges Ento- und hyalines Ectoplasma ist mir

von keiner anderen Chytridiacee bekannt. Tritt der Schwärmer aus dem Sporangium aus, so streckt er sich etwas, er wird eiförmig-länglich und dringt mit einem breiten, hyalinen körnchenfreien Saum am Vorderrande, gleichsam mit einem Hyaloplasma-Lobopodium vor, die lange Geißel nach sich ziehend (Taf. 9 Fig. 106b). Interessant ist es jedenfalls, daß diese letztere, merkwürdige Erscheinung nicht ganz vereinzelt dasteht, denn ein ganz ähnliches Vorkommnis bildet NOWAKOWSKI bei den Schwärmern von *Rhizophlyctis* (*Chytridium*) *mastigotrichis* Now ab (NOWAKOWSKI 1877 Taf. IV Fig. 21).

Chytridium olla und *acuminatum* A. BR.
(Taf. 10 Fig. 107—114.)

Auf der Oospore eines nicht näher bestimmten *Oedogoniums* fand ich 1897 bei Igló Zoosporangien einer Chytridiacee und bestimmte diese damals als *Chytridium acuminatum* A. BR., weil die Maße derselben geringer waren als sie für *Chytridium Olla* A. BR. angegeben werden (SCHERFFEL 1902 p. 108). 1906 fand ich diesen Organismus wieder und zwar auf den Oosporen von *Oedogonium Vaucherii* (LE CL.) A. BR. und kam zu der Ansicht, daß es sich hier nur um kleinere Exemplare von *Chytridium olla* handle und *Chytridium acuminatum* A. BR. als Art zu streichen sei (SCHERFFEL 1914 p. 17 (10) und auch FISCHER 1892 p. 126).

Wie es bereits KNY (1871 p. 870) feststellte, ist die Größe der Zoosporangien bei *Chytridium Olla* eine sehr schwankende, eine im hohen Grade von den Ernährungsverhältnissen abhängige. So fand auch ich in Übereinstimmung mit KNY solche (entleerte) von nur 11 = 8 μ (Taf. 10 Fig. 110). In meinem Falle waren aber selbst die größten 56 = 40 — 45 μ, sie blieben also hinter den größten in der Literatur angeführten, beträchtlich zurück. Doch kommt es vor, daß selbst alleinstehende, von jeder Konkurrenz um die Nahrung befreite Sporangien auffallend klein bleiben und nur 27 = 20 μ erreichen. Was mich jetzt in meiner Ansicht, daß *Chytridium acuminatum* nichts anderes ist als *Chytridium olla*, wieder wankend macht und mich fragen läßt, ob der von mir als solcher bezeichnete Organismus in der Tat dieser ist, ist die Tatsache, daß hier als Haustorium eine zartwandige, kugelige Blase, eine intramatrikale subsporangiale Blase vorhanden ist (Taf. 10 Fig. 107, 108a), von der weder BRAUN noch spätere Forscher etwas erwähnen. Diese rhizoidlose, subsporangiale Blase stellt mithin ein *Cystopus*-Haustorium im vergrößerten Maßstabe dar, und grenzt sich gegen das extramatrikale Zoosporangium, an dessen Basis mit einer zarten, in dasselbe

knopf- oder kegelförmige vorspringende Wand gegen dasselbe ab (Taf. 10 Fig. 108 a b). Im Stadium der Reife ist also das Sporangium hier tatsächlich zweizellig, wie es Kny (l. c. p. 871) behauptete. Dem steht aber eine entscheidende Beobachtung Pringsheim's entgegen, nach welcher bei *Chytridium olla* im schlauchförmigen, intramatrikalen Teil (in der Wurzel) Schwärmer gebildet und aus demselben in das Sporangiumlumen entleert wurden, was also die Einzelligkeit unwiderleglich dartut (Braun 1855 p. 78). Bei dieser Sachlage sind nun folgende zwei Möglichkeiten vorhanden: Entweder sind hier doch zwei äußerst ähnliche Arten vorhanden, die beide auf den Oogonien resp. Oosporen von *Oedogonium* vorkommen, nämlich 1. *Chytridium olla* A. Br. mit schlauchförmig verlängertem, intramatrikalem Wurzelteil, einzellig bleibendem Vegetationskörper und beträchtlicherer Zoosporangiumgröße; dann 2. *Chytridium acuminatum* A. Br. mit runder, intramatrikaler subsporangialer Blase, welche vom extramatrikalen Sporangium an dessen Basis durch eine Querwand abgeschlossen ist, dessen Sporangien geringere Größe und einen Deckel mit höherer, stärker vorragender Zitze besitzen; oder es liegt hier trotz alledem doch nur eine Art vor, bei welcher die Ausbildung des intramatrikalen, haustoriellen Teiles in verschiedenartiger Weise erfolgen kann, also variiert, was ich im Hinblick auf Erscheinungen, welche bei *Zygorhizidium Willei* (siehe Scherffel 1925 a p. 10 Taf. I Fig. 11, 15, 19, 21) und *Rhizophidium globosum* (p. 229 ff.) zu beobachten sind, nicht für unmöglich halte, worüber aber Klarheit nur von weiteren Untersuchungen zu erwarten ist.

Das nun Folgende bezieht sich auf jene letzterwähnte Form, welche möglicherweise doch als *Chytridium acuminatum* abzutrennen sein wird.

Die Form der ausgebildeten Zoosporangien ist beinahe stets vollkommen verkehrt-eiförmig, nur selten nähert sie sich der breitovalen. Ein „Deckel“ wird stets gebildet, doch eine „Zitze“ ist an demselben nicht immer vorhanden. Es finden sich auch Sporangien mit stumpf-gerundetem, ja abgeflachtem Scheitel, so daß demzufolge der stark zitzenförmige (hochgenabelte) Deckel als ein Artcharakter von problematischem Wert erscheint. Hier beobachtete ich auch die bereits einmal erwähnte Erscheinung (Scherffel 1925 p. 38), daß von der Innenfläche eines zitzenlosen Deckels ein stumpfkegelförmiger Hügel einer homogenen, mattglänzenden Substanz in das Lumen des Sporangiums vorsprang (Taf. 10 Fig. 109). Diese Bildung entspricht meiner Ansicht nach dem „Quellzapfen“ v. Minden's

in den Zoosporangien der *Blastocladia*-Arten und bei seinem *Macrochytrium*, und dürfte — wie dort — bei der Entleerung der Schwärmermasse eine Rolle spielen.

Der noch kugelige, ganz junge Keimling enthält außer dem stark lichtbrechenden, glänzenden Fetttropfen des ehemaligen, nun zur Ruhe gekommenen Schwärmers nur mattglänzendes, dichtes, homogenes Plasma (Taf. 10 Fig. 111 s). Alsbald wächst aber der extramatrikale Teil eiförmig heran und schon auf ganz frühem Stadium ist im spitzen Scheitel die Anlage des Deckels als eine Ansammlung dichter, stark lichtbrechender Substanz deutlich zu erkennen (Taf. 10 Fig. 111 k), welche später zu einer stark lichtbrechenden, glänzenden, noch zitzenlosen Kappe gedehnt wird (Taf. 10 Fig. 112, 113). Das grobkörnig werdende Plasma füllt später das Lumen des jungen Sporangiums nicht vollständig aus, es enhält einige scharf umschriebene rundliche Vakuolen verschiedener Größe, so daß es mehr oder weniger schaumig erscheint (man könnte sagen „stade écumeux“ PETERSEN) (Taf. 10 Fig. 112, 113, 107). In der Oberflächenansicht zeigen die groben Körnchen netzförmige Anordnung und umgeben in mehreren Lagen, ganz unregelmäßig, rundliche, körnchenfreie, helle Flecken, so daß das Aussehen des Sporangiums scheckig genannt werden kann. Später verliert sich dies. Die Körnelung des Plasmas wird gleichmäßiger und feiner, die Vakuolen verschwinden, ohne daß es — abweichend von den Sporangien der Saprolegniineen-Peronosporineenreihe — zur Ausbildung eines einheitlichen Saftraums kommt und heller glänzendes, von stark glänzenden feinen und gleichmäßigen Fetttröpfchen durchsetztes Plasma erfüllt vollständig das Sporangium (Taf. 10 Fig. 109). Nun fließen diese Tröpfchen zu den 2 μ großen, kugeligen Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer portionenweise zusammen und die ganze Plasmamasse des Sporangiums erscheint von ihnen dicht und gleichmäßig durchsetzt. Das Bild ist das typische Bild eines reifen Chytridiaceen-Zoosporangiums. In großen Sporangien wird demnach eine ganz enorme Zahl von Schwärmern erzeugt. Nach der Abhebung des Deckels tritt oder besser gesagt quillt die zerklüftete Schwärmermasse als dichtgefügter Haufen durch die Öffnung des Sporangiums hervor, während der andere Teil im Sporangium, dieses ganz erfüllend, verbleibt. Allmählich lockert sich der hervorgetretene dichte Haufen, indem er gewissermaßen aufquillt, die fertigen Schwärmer verharren aber noch immer in tiefer Ruhe; ihre langen Geißeln sind aber schon beim Verlassen des Sporangiums ausgebildet und in der dichten Masse als feines

Fadengewirre erkennbar. Die an der Peripherie des Haufens liegenden Schwärmer treten mit langsam gleitender Bewegung, welche wohl mehr auf Rechnung einer aufquellenden interstitiellen Substanz als auf Eigenbewegung zu setzen sein dürfte, mehr und mehr vor, bis endlich einer oder der andere, mit einem plötzlichen Zucken, die lebhaft hüpfende Bewegung aufnimmt und davon eilt. So verlassen die allmählich beweglich werdenden Schwärmer einer nach dem anderen den Haufen, bis endlich die ganze entleerte Schwärmermasse sich zerstreut. Da die Schwärmer einige Zeit im geringen Umkreis ihres Geburtsortes schwärmen, so gleicht ihr Getümmel den vor dem Stocke schwärmenden Bienen. Es dauert lange Zeit bis auch die im Sporangium verbliebenen Schwärmer beweglich werdend das Sporangium verlassen und dasselbe ganz entleeren. Die Zerstreuung der Schwärmer dauert also lange und geht ganz allmählich vor sich.

Die Schwärmer sind kugelig und haben einen Durchmesser von 5 μ. Ihre Geißel ist ca. 9 mal so lang als der Körperdurchmesser, was mit der Angabe Kny's (1871 p. 870) übereinstimmt, aber von jener Braun's (1855 p. 27) und Fischer's (1892 p. 126) abweicht.

Die Zoosporangien sitzen zumeist der *Oedogonium*-Oogoniumoberfläche auf, wo die im Innern liegende Oospore die Oogoniumwand berührt. Ein bevorzugter Ort ist die Öffnung des Oogoniums, aber auch an jeder anderen Stelle ist ein Eindringen des Parasiten möglich. Im Innern von mit Zoosporangien besetzten *Oedogonium*-Oosporen findet man recht häufig die kugeligen Dauersporen mit dem großen kugeligen Fetttropfen, wie sie de Bary (1884 p. 177) sehr gut abbildet. Einzeln vorkommende haben eine bedeutendere, zahlreicher vorkommende eine geringere Größe.

Sehr bemerkenswert ist es ferner, daß sich bisweilen im Innern extramatrikaler, jedoch kleinerer (12 = 16 μ großer) Zoosporangien, welche inmitten unter entleerten Sporangien dieses Organismus stehen und mit Recht als zu demselben Organismus gehörig angesehen werden können, eine dick- und glattwandige, farblose, sich in ihrer Form den Raumverhältnissen anpassende — wenn möglich kugelige — Dauerzelle von 10—13 μ Durchmesser, mit einem 6—7 μ großen, runden, exzentrischen Fetttropfen und körnigem Plasma findet (Taf. 10 Fig. 114). Der Habitus dieser endogenen Dauerzelle ist derjenige einer Chytridiaceendauerspore, die hier asexuell, allem Anschein nach durch Kontraktion des Mutterzellinhaltes entstand, denn außer ihr enthält das Sporangium keinerlei sichtbare Inhaltsbestandteile. So sehr wahrscheinlich, ja sicher es ist, daß die bei *Polyphagus parasiticus* im Prosporangium (Scherffel 1925 a, Taf. 1

Fig. 10), bei *Chytridium* (*Rhizidium*) *confervae* Wille (ebendaselbst Taf. II Fig. 80) und bei *Rhizophidium? persimilis* (Taf. 9 Fig. 60) gefundenen endogenen Dauersporen die Dauersporen von Parasiten sind, so wenig sicher ist dies hier, wo sich sowohl in, als auch außerhalb der Dauerspore nichts findet, was als ein zurückgelassener Rest der Mutterzelle erscheint. Es gleicht dieser Fall sehr demjenigen, wie wir ihn bei *Rhizophidium goniosporum* (Scherffel 1925 a p. 21, Taf. 2 Fig. 45 b) beobachtet haben, wo ebenfalls nur weitere Untersuchungen eine sichere Entscheidung herbeiführen können. Sollte doch endogene Cystenbildung im Innern von Zoosporangien bei Chytridiaceen stattfinden, oder hier die Dauersporen auch an so ungewohnter Stelle entstehen können?

Rhizophidium (Chytridium) globosum A. Br.
(Taf. 10 Fig. 115—117.)

Im Juli des Jahres 1910 hatte ich Gelegenheit auf einer dünneren, nicht näher bestimmten *Mougeotia*-Art, in einer Probe, welche mir mein Freund Herr Prof. Dr. Györffy aus der Umgebung der Villa Lersch ober Rox in der Hohen Tátra zugeschickt hatte, eine Chytridiacee zu beobachten, welche ich der in Geltung stehenden Diagnose nach als *Rhizophidium globosum* bezeichnen muß. Das extramatrikale Zoosporangium von schwankender Größe war von exakt kugeliger Gestalt und öffnete sich mit mehreren, kleinen, im oberen Teil des Sporangiums entstehenden, scharf umgrenzten, kreisrunden Löchern (Taf. 10 Fig. 115). Die Schwärmer waren kugelig, hatten einen Durchmesser von nahezu 4 μ (also größer, als die Angaben in der Literatur lauten), einen auffallend großen, ca. 2 μ im Durchmesser haltenden Fetttropfen und eine einzige Geißel, welche sie bei der typischen, chytridiaceenartigen Bewegung nachziehen. Entleerte Sporangien zeigten eine deutlich doppelt konturierte, glatte, farblose Membran, welche im durchfallenden Licht derart dunkel und stark lichtbrechend erschien, wie es bei verkieselten Membranen der Fall zu sein pflegt. Intramatrikal war ein kleines, kugelförmiges, subsporangiales Bläschen zu sehen, welches gestaltlich einem Haustorium von *Albugo* (*Cystopus*) glich und welche Form des Haustoriums ich der Kürze halber auch fernerhin als *Cystopus*-Haustorium bezeichne. Feine, fädige Rhizoiden, welche von diesem Haustorium abgegangen wären, waren nicht zu sehen, wohl aber hier und da im Innern der Wirtszellen feine Fäden zu bemerken, welche doch dem Parasiten angehört haben dürften.

Schon Braun (1855 p. 35) hebt die derbe, sehr scharf begrenzte, deutlich doppellinige Membran des Sporangiums hervor. Ferner bemerkt er (l. c.), daß er von fädigen, intramatrikalen Verlängerungen, einer Wurzel durchaus nichts erkennen konnte. Wohl aber hatte er bei abgerissenen Exemplaren an der Anheftungsstelle eine kleine, warzenartige Hervorragung bemerkt, die er auch auf Taf. II Fig. 15 abbildete. Nun ich bin geneigt in diesem basalen Wärzchen Braun's meine kleine subsporangiale Blase, das *Cystopus*-Haustorium wiederzuerkennen, welches sonst in den Diagnosen und Schilderungen des *Chytridium globosum* nirgends erwähnt wird.[1])

Im Juli des Jahres 1903 hatte ich bei Igló auf Keimlingen eines *Oedogonium* eine Chytridiacee beobachtet, die ebenfalls (vielleicht noch mit mehr Recht als die 1910 auf *Mougeotia* gefundene) als *Rhizophidium globosum* zu gelten hat (Taf. 10 Fig. 116), zumal — abgesehen von den bereits oben erwähnten Abweichungen — *Mougeotia* als Nährpflanze von *Rhizophidium globosum* bislang nicht angeführt erscheint. Die extramatrikalen Zoosporangien waren kugelig, glatt, hatten einen Durchmesser von 15—26 μ und auch hier erschien die Membran ziemlich stark, an entleerten Exemplaren auffallend dunkel, doppelt konturiert. Die Sporangien öffneten sich mit einem kleinen, runden, scharf umschriebenen Loch von 3—5 μ Durchmesser, das nicht völlig apikal, sondern meist seitlich lag. Vor der Zoosporenbildung wurde der vakuolenfreie Inhalt gleichmäßig feinkörnig.

---

[1] Atkinson (1909 p. 323) beschrieb ein *Rhizophidium brevipes*, welches auf den Gametangien von *Spirogyra* vegetiert und dessen Abbildung sich in den Annales mycologici (Atkinson 1909a p. 445 in Fig. 2) reproduziert findet. Gestaltlich stimmt dieser Organismus nahezu vollkommen mit *Rhizophidium globosum* überein. An der Anheftungsstelle des extramatrikalen Sporangiums ist aber ein rudimentäres, warzenförmiges Rhizoid vorhanden und die Sporangien öffnen sich mit einem einzigen, am Sporangiumscheitel entstehenden Loch. Bezüglich des Rhizoids stimmt also Atkinson's *Rhizophidium brevipes* mit Braun's *Rhizophidium globosum* überein (vgl. Braun 1855 Taf. II Fig. 15). Leider finden wir bei Braun (l. c.) keine Angaben über die Öffnungsweise des Sporangiums bei der von ihm selbst beobachteten Form, denn diesbezüglich teilt er nur von Cohn herstammende Angaben mit, welche sich aber auf eine Form beziehen, die fädige Rhizoiden besitzt. In bezug auf die Gestalt des Sporangiums und das *Cystopus*-Haustorium würde *Rhizophidium brevipes* auch meinem eingangs geschilderten *Rhizophidium globosum* auf *Mougeotia* sehr nahe stehen, bei welchem auch die Größe der Schwärmer näher zu derjenigen von *Rhizophidium brevipes* steht, nur öffnet dieses das Sporangium — wie wir sahen — mit mehreren Löchern und aus diesem Grunde läßt sich diese meine Form nicht ohne weiteres mit *Rhizophidium brevipes* Atkinson identifizieren. Es frägt sich aber, ob die Sporangien von *Rhizophidium brevipes* sich stets nur mit einem scheitelständigen Loche öffnen?



Schwärmer kugelig, ca. 3 μ im Durchmesser, matt-, weißglänzend, homogen, ohne auffallenden Fetttropfen, bloß an der Peripherie liegen einige stärker lichtbrechende, jedoch nicht auffällige Körnchen Die einzige lange Geißel wird beim Austritt aus dem Sporangium nachgezogen. Beim Austritt und vor dem Sporangium liegend, führt der Schwärmer amöboide Bewegungen aus; ist aber die Geißel frei gemacht, so eilt er rasch davon. Bewegung typisch, chytridiaceenartig. Ohne weiteres ließ sich hier intramatrikal weder ein *Cystopus*-Haustorium noch ein fädiges Rhizoidsystem erkennen. Da kam mir ein glücklicher Zufall zu Hilfe. An einen *Oedogonium*-Keimling, welcher ein junges, inhaltführendes Sporangium des Parasiten trug, setzte sich eine Amöbe von *Vampyrella pendula* fest, bohrte in die Membran des Keimlings ein schönes rundes Loch und sog den gesamten Zellinhalt der Wirtspflanze aus. Dadurch wurde der intramatrikale Teil des Parasiten auf das schönste und beste freigelegt und jetzt konnte man erkennen, daß von der Basis des extramatrikalen kugeligen Körpers einige ziemlich dicke, nicht lange, gegabelte Rhizoiden abgehen (Taf. 10 Fig. 117). Eigenartig war ferner die Wirkung, die dieser Parasit auf seine Wirtszelle ausübte. Die von ihm befallenen *Oedogonium* - Keimlinge erschienen stark knieförmig zusammengekrümmt. Die Krümmung erfolgte am Anfange des Wurzelabschnittes und in der Kehle des Knies saß das Sporangium (Taf. 10 Fig. 116, 117). Meist wurden die *Oedogonium*-Keimlinge von mehreren bis vielen Chytridiaceen-Individuen befallen, welche dann, vorzugsweise in einer mittleren Zone, gruppenweise der Wirtszelle aufsaßen.

Die kugelige Gestalt der Zoosporangien, deren starke Wand und das gesellige, gruppenweise Wachstum spricht dafür, daß diese Chytridiacee wohl *Rhizophidium globosum* ist. Aber hierzu stimmt nicht die einzige Öffnung am Sporangium und daß die Schwärmer keinen solitären Fetttropfen besitzen, wenn sich auch deren Größe derjenigen für *Rhizophidium globosum* angegebenen (2.5 μ) nähert und nicht so abweicht wie diejenige bei dem *Mougeotia*-Parasiten.

Mit *Rhizophidium globosum* stimmt ferner gestaltlich mein *Rhizophidium fallax* (Scherffel 1925a p. 30, Taf. 2 Fig. 60) überein, das sich dazu ebenfalls auf *Mougeotia* findet. Wenn auch hier der intramatrikale Teil noch unbekannt ist und hier die Ausbildung eines stark entwickelten Schutzhöckers von Seite der *Mougeotia*-Zelle erfolgt — was man bei *Rhizophidium globosum* noch nirgends beobachtete, — so ist dieser Organismus durch die abweichende Gestalt seiner Schwärmer und durch ihr grundverschiedenes Benehmen.

sowie durch seine sexuell erzeugten Dauersporen von *Rhizophidium globosum* derart verschieden, daß die Aufstellung dieser Art keiner weiteren Begründung bedarf.

Abweichend von Braun gab Cohn (1854 p. 151, Taf. 16 Fig. 14, 15) für die Zoosporangien des *Rhizophidium globosum* ein fädiges, intramatrikales Rhizoidsystem an, eine Angabe, deren Richtigkeit Braun (1855 p. 39) bezweifelte. In den Fällen Braun's wird wohl ein solches nicht vorhanden gewesen sein, denn es läßt sich schwer annehmen, daß ein so vorzüglicher Beobachter wie Braun ein solches nicht bemerkt haben sollte, und wie ein solches — allem Anschein nach — auch bei meinem *Mougeotia*-Parasiten fehlt, wo nur das Cystopus-Haustorium zu konstatieren war. Daß es aber auch „*Rhizophidium globosum*-Formen“ gibt, wo tatsächlich ein verästeltes, fädiges Rhizoidsystem vorhanden ist, und mithin auch Cohn Recht hat, das beweist mein vordem erwähnter *Oedogonium*-Parasit. In Anbetracht des Befundes von Cohn und meines letzteren Falles ist es jedoch durchaus nicht angängig, hier stets das Vorhandensein eines fädigen Rhizoidsystems zu postulieren, ich meine auch dort, wo nur ein Cystopus-Haustorium zu bemerken ist; denn funktionieren derartige rhizoidlose Haustorien in jedenfalls genügender Weise bei *Albugo* (= *Cystopus*), so ist es nicht einzusehen, warum ein Haustorium dieses Typus nicht auch bei Chytridiaceen entsprechen und genügen sollte.

Bei *Ectochytridium* (*Zygorhizidium*) *Willei* hatte ich darauf hingewiesen, daß meiner Beobachtung nach die Geschlechtsindividuen ein Cystopus-Haustorium, die Zoosporangien hingegen zwar rudimentäre, jedoch fädige Rhizoiden besitzen (Scherffel 1925a p. 10). Dies würde darauf hinweisen, daß die Ausgestaltung des haustoriellen Systems, in zwar nicht recht begreiflicher Weise, bei ein und derselben Art Veränderungen unterworfen ist, d. h. variieren kann. So etwas könnte auch hier bei den Formen von *Rhizophidium globosum* vorkommen und die abweichenden Befunde erklären (siehe auch bezüglich *Chytridium olla* p. 226).

Durch die soeben behandelten Fälle dürfte es genügend klar geworden sein, daß äußerliche, gestaltliche Übereinstimmung, zumal bei Verschiedenheit der Nährpflanze, keineswegs eine sichere Bestimmung gewährleistet, daß unter anderem die Kenntnis der Beschaffenheit und des Benehmens der Schwärmer unbedingt notwendig ist, da sich hier Differenzen ergeben können, die die Artgleichheit stark in Frage stellen oder besser gesagt, ausschließen. So gewinnt der Verdacht Fischer's (1892 p. 90—91), daß in *Chytridium* (= *Rhizophidium*) *globosum* A. Br. ein Sammelsurium gleichgestalter

Arten vorliegt, wieder mehr an Boden und die Forderung PETERSEN's (1910 p. 552) nach einem genaueren, eingehenden Studium dieser Form trifft jedenfalls das Richtige.

Phlyctochytrium stellatum PETERSEN (Taf. 10 Fig. 118—124).

Der an die Oberfläche der *Zygnema*-Zelle sich ansetzende Schwärmer durchbohrt, unter Schaffung eines deutlichen, cylindrischen Bohrkanals, die Wand der Wirtszelle, während seine ziemlich starke und demzufolge scharf konturierte, glatte Membran als leeres, 4 μ großes extramatrikales Bläschen dauernd erhalten bleibt (r). Im Innern der Wirtszelle, gleich an der Innenfläche ihrer Wandung schwillt er zu einer meist genau kugeligen oder auch rübenförmig zugespitzten, zartwandigen Blase an, welche als Nährstoffreservoir dient und welche mehr oder weniger mit farblosen, stark-lichtbrechenden Fetttropfen angefüllt erscheint (i). Vom inneren Ende dieser intramatrikalen Blase gehen ein oder auch mehrere fadenförmige Rhizoiden ab, welche sich vielfach verästelnd, als zartes Fadengewirre die Wirtszelle durchwuchern und die Ernährung besorgen (Taf. 10 Fig. 118).

Höchst merkwürdig ist die Entwicklung des Zoosporangiums, welche PETERSEN (1910 p. 551), trotz mancher Zweifel, im Wesen richtig darstellte. Weder der extramatrikale Schwärmerrest, noch die intramatrikale Blase erstarkt zu einem Zoosporangium, sondern dieses entsteht — auf ganz ähnliche Weise wie bei *Polyphagus* — durch Aussprossung. Dieses Hervorwachsen des Zoosporangiums (s) erfolgt an einem Punkte, genau an der Grenze, wo die intramatrikale Blase (i) an dem extramatrikalen Teil, dem Körper des ehemaligen Schwärmers (r) stößt. Durch das seitliche Hervorwachsen des Zoosporangiums (welches in der Querrichtung erfolgt) wird der ehemalige Schwärmer resp. dessen starke und dunkle Membran gleich einer halbkugeligen Klappe emporgehoben und zur Seite gekippt (Taf. 10 Fig. 119, 120), während der Inhalt der intramatrikalen Blase in das hervorwachsende Zoosporangium übertritt und diese leer zurückläßt (Taf. 10 Fig. 119—121). Das glatt- und zartwandige Zoosporangium (s) stellt einen ovalen, bisweilen etwas unregelmäßigen Körper von 11—12 = 15—16 μ dar. Sein farbloser Inhalt ist homogen, dicht und äußerst feinkörnig, ohne Vakuolen (Taf. 10 Fig. 121 a). Dann fließen diese winzigen Fettstäubchen portionenweise zu den stark-lichtbrechenden, kugeligen, gleichgroßen Fetttropfen der Schwärmer zusammen und diese liegen in dem dichten, homogenen, weißlich glänzenden Plasma eingebettet. Später werden auch die feinen Grenzen der Schwärmerindividuen sichtbar (Taf. 10 Fig. 121 b). Das

Sporangium zeigt hiermit das so charakteristische Bild eines reifen Chytridiaceen-Zoosporangiums. Die Zahl der gebildeten Schwärmer ist abhängig von der Größe des Sporangiums. Kleine Sporangien von nur 8 μ im Durchmesser liefern nur einige wenige Schwärmer (Taf. 10 Fig. 120). Die Größe der intramatrikalen Blase beträgt zumeist 8 μ, es kommen aber auch solche von geringerer Größe vor (6 μ). Die Schwärmer werden in das umgebende Wasser und nicht in das Lumen der Wirtszelle entleert; ob aber das Zoosporangium mehr innerhalb oder außerhalb der Wirtszelle liegt, darüber konnte ich leider keine Sicherheit erlangen. Nach dem Freiwerden der Schwärmer kollabiert die Zoosporangiummenbran faltig, während diejenige der intramatrikalen Blase, sowie diejenige des extramatrikalen, ehemaligen Schwärmers unverändert auch weiterhin erhalten bleibt. Die Schwärmer sind kugelig, sie haben eine Geißel und einen Fetttropfen und zeigen eine lebhafte, hüpfende Bewegung; es sind typische Chytridiaceen-Schwärmer.

Die Dauersporen dieses Organismus werden augenscheinlich ungeschlechtlich gebildet — indem — abweichend vom Zoosporangium — die intramatrikale Blase sich direkt zur Dauerspore umbildet (Taf. 10 Fig. 122 D). Die Dauerspore liegt daher intramatrikal. Es ist eine kugelige, dickwandige, farblose Zelle von 15—18 μ Durchmesser, mit einer 10—12 μ großen, farblosen Fettkugel im Innern. Die Wand trägt außen anfangs kurze, dicke Stacheln in dichter Anordnung (Taf. 10 Fig. 122), welche später zu radial abstehenden an ihrer Spitze verdickten, gerade oder schief abgestutzten soliden Stäbchen von 3 μ Länge (Taf. 10 Fig. 123), ja zu plumpen, keulenförmigen, stumpf-gerundeten, 4—6 μ langen, an ihrem distalen Ende 4 μ dicken Gebilden heranwachsen (Taf. 10 Fig. 124). Die verdickten Enden dieser — meines Wissens — einzig dastehenden Wandverdickungen, schließen bisweilen stellenweise, mosaikartig zu einer den Sporenkörper umgebenden Hülle zusammen.

In den Zellen einer nicht näher bestimmten *Zygnema* bei Igló. Ende Mai 1906. Seitdem nicht wiedergefunden. Petersen beobachtete seinen Organismus in *Spirogyra* und wenn auch einige Abweichungen (insbesondere bezüglich der Dauersporen) vorhanden sind und die Nährpflanze nicht die gleiche ist, so glaube ich doch, daß hier derselbe Organismus vorliegt und Petersen möglicherweise Dauersporen mit noch nicht vollkommen entwickelter Ornamentierung vorgelegen haben könnten.

Phlyctochytrium stellatum ist eine sehr interessante und in mancher Hinsicht wichtige Form. Bezüglich dessen, daß der Körper des ehe-

maligen Schwärmers (r) extramatrikal persistiert und der Vegetationskörper in Form einer kugeligen, feine Rhizoiden entwickelnden Zelle (i) intramatrikal zur Ausbildung gelangt, mithin eigentlich ein endophytisch lebender Organismus vorliegt, steht sie *Entophlyctis* nahe. Bei *Entophlyctis* wird aber die intramatrikale Blase (i) direkt nicht nur zur Dauerspore, sondern auch zum Zoosporangium und bei *Entophlyctis bulligera* der extramatrikale Schwärmerrest zum Entleerungshals des Zoosporangiums. Ich sehe die endophytischen Formen der Chytridiaceen als die älteren, ursprünglicheren Formen an, da sie auch in bezug auf Lebensweise mit ihren Urahnen, den intracellulär lebenden Monadinen übereinstimmen. *Sphaerita* und *Olpidium* dürften unbestritten als die primitivsten, am Anfange der Entwicklungsreihe stehend, angesehen werden. Hier ist der Vegetationskörper völlig intramatrikal, hier fehlen jegliche Rhizoiden und hier, bei *Olpidium*, findet sich auch die ursprünglichste Form des Sexualaktes, die Kopulation schwärmender Isogameten (Kusano 1912). Morphologisch noch *Olpidium* ähnlich erscheint auch *Entophlyctis*, aber hier ist bereits eine Vervollkommnung in bezug auf das Absorptionssystem zu konstatieren, es werden feine, verzweigte Rhizoiden gebildet. Abweichend von *Entophlyctis* werden die Schwärmer bei *Phlyctochytrium stellatum* nicht mehr im Innern der intramatrikalen Blase gebildet, diese wird nicht mehr zum Zoosporangium, sondern das Zoosporangium stellt eine durch Aussprossung entstehende Neubildung dar, welche in unverkennbarer Weise die Tendenz erkennen läßt extramatrikal zu werden. Ich sehe in den extramatrikal fruktifizierenden Chytridiaceen die später entstandenen, jüngeren Formen, deren Entstehung erst nach Ausbildung von Rhizoiden ermöglicht wurde. Nun erst konnte eine Arbeitsteilung eintreten, bei deren Durchführung dem intramatrikalen Teil hauptsächlich die Aufnahme der Nahrung zufiel, während die Fortpflanzung nach außen verlegt wurde, von wo aus sich die Keime besser verbreiten können. Aus dem kugeligen, intramatrikalen Teil einer *Entophlyctis* ging so vielleicht die kugelige subsporangiale Blase der *Rhizidien* Fischer's, sowie einiger ihr Zoosporangium mit einem Deckel öffnender *Chytridium*-Arten hervor, die auch hier als Ursprungsort der Rhizoiden erscheint, falls solche entwickelt werden. Im weiteren Verlaufe der phylogenetischen Entwicklung dürfte selbst diese subsporangiale Blase, nachdem sie ihre schwärmerbildende Funktion an den extramatrikalen Teil des Vegetationskörpers übertragen hatte, als „entbehrlich“ verloren gegangen sein und so entstanden die extramatrikal fruktifizierenden *Rhizophidien* mit der

oogamen Befruchtung vom *Olpidiopsis*-Typus, welche anscheinend am Ende einer Entwicklungsreihe stehen.

Bei den bereits extramatrikal fruktifizierenden Formen, sowohl bei den ihre Sporangien mittels Lochbildung, durch Verquellung entsprechender Membranteile öffnenden Rhizophidien im weitesten Sinne, als auch bei den durch Deckelbildung ausgezeichneten *Chytridium*-Arten, machen sich in bezug auf die Art der Entstehung des Sporangiums zwei Entwicklungsreihen bemerkbar. Bei der einen geht das Sporangium durch gleichmäßige Erstarkung (Volumenzunahme) des ganzen Körpers des zur Ruhe gelangten Schwärmers hervor z. B. viele *Rhizophidium*-Arten, *Chytridium olla*, *Ectochytridium Willei*, *Chytridium confervae*; bei der anderen verharrt der Körper des Schwärmers in seiner ursprünglichen Größe und aus diesem Primordium geht alsdann, seitlich oder apikal, der eigentliche Körper des Sporangiums sozusagen als eine Neubildung hervor, z. B. *Obelidium*, *Podochytrium* in der *Rhizophidium*-, *Chytridium Schenkii*, *Chytridium gibbosum*, *Chytridium versatile*, *Chytridium lagenula* Scherff. in der *Chytridium*-Gruppe. Auf Grund dieser Feststellung erscheinen die mittels Deckels ihr Sporangium öffnenden *Chytridium*-Arten als keine einheitliche, sondern polyphyletische Gruppe.

An *Phlyctochytrium stellatum* oder noch eher an eine dem *Chytridium* (*Rhizidium*) *Schenkii* entsprechende, jedoch noch unbekannte Form (deren Sporangium sich nicht mit einem Deckel öffnet) könnte man als Abzweigung den „freilebenden“ *Polyphagus*, dann die mit diesem nächstverwandten Formen, wie *Sporophlyctis* (welcher sich *Polyphagus parasiticus* bezüglich des Verhaltens der Sporangiummembran entschieden nähert) und vielleicht auch *Saccomyces* anschließen, wo der Körper des ehemaligen Schwärmers allein durch Aussprossung das ganze Sporangium als eine Neubildung erzeugt, d. h. als Prosporangium fungiert. Gewissermaßen als eine Parallele zu *Polyphagus* ließe sich, von der subsporangialen Blase entbehrenden Rhizophidien, als seitliche Abzweigung die „freilebende“ *Rhizophlyctis* ableiten.

Die intramatrikale Blase (i) von *Phlyctochytrium stellatum* könnte man allenfalls, indem sie sich am Aussprossen des Sporangiums mitbeteiligt, als „Prosporangium“ bezeichnen, doch geht bei *Polyphagus* das Prosporangium durch Erstarken aus dem Körper des zur Ruhe gelangten Schwärmers hervor, während hier der Körper des Schwärmers wohl erhalten bleibt, aber keine Weiterentwicklung, keine Größenzunahme erfährt, sondern erst nach dem Eindringen in die Wirtszelle die intramatrikale zoosporangiopare Blase (i) als ein

Novum erzeugt. So zeigt *Phlyctochytrium stellatum* zwar auch einige Beziehungen zu *Polyphagus*, doch viel deutlicher und wichtiger sind diejenigen zu den vordem erwähnten *Rhizidium*-Arten FISCHER's und den *Chytridium*-Arten, zu denen als Bindeglied von hier aus *Chytridium* (= *Rhizidium*) *Schenkii* (DANG.) SCHERFF. — das im folgenden zur Behandlung gelangt — hinüberführt.

Chytridium (= *Rhizidium*) *Schenkii* (DANG) mihi.
(Taf. 10 Fig. 125—129 und Taf. 11 Fig. 130—132.)

Der zur Ruhe gekommene Schwärmer setzt sich mit ebener Grundfläche an die Oberfläche der Wirtszelle fest und umgibt sich mit einer Membran und zeigt alsbald die Gestalt eines kleinen, stumpfen Kegels, in dessen Innern ein stark lichtbrechendes Fetttröpfchen zu erkennen ist. Mit einem feinen Fortsatz durchbohrt der Keimling die Wirtszelle und bildet unmittelbar an deren Innenfläche eine kugelige, zart- und glattwandige Blase, von deren innerem Teil resp. deren Grunde scharf abgesetzt weit ausladende, ziemlich starke, fadenförmige, verzweigte Rhizoiden abgehen, welche sich im Lumen der Wirtszelle ausbreiten (Taf. 10 Fig. 125). Der extramatrikale Teil des jungen, sanduhrförmigen Vegetationskörpers (der ehemalige Schwärmer) bleibt fortdauernd erhalten, nimmt aber an Größe nicht weiter zu, erhält jedoch eine stärkere Membran, welche nun dunkel erscheint. Die zartwandig bleibende intramatrikale Blase hingegen wächst bis zu ihrer definitiven Größe heran und füllt sich mit verschieden großen, stark glänzenden Fetttropfen, welche im weißglänzenden Plasma eingebettet liegen (Taf. 10 Fig. 126 i). Das Zoosporangium entsteht ganz und gar extramatrikal und wird auf eine ganz eigenartige Weise gebildet. An einem seitlichen, der Basis des ehemaligen Schwärmers genäherten Punkte wächst der Körper des Zoosporangiums aus dem Körper des ursprünglichen Schwärmers schief nach aufwärts hervor, wobei der übrige Teil des Schwärmerkörpers etwas in die Höhe gehoben, dann aber in entgegengesetzter Richtung zur Seite geschoben und umgekippt wird (Taf. 10 Fig. 127, 129). Die klare Erkenntnis dieses Vorganges wird dadurch sehr erleichtert, daß — wie bereits oben erwähnt wurde — die Membran des ehemaligen Schwärmers dunkel erscheint und scharf von der zarten Membran des hervorwachsenden Zoosporangiums absticht (Taf. 10 Fig. 127 r). Dem seitlichen Hervorwachsen des Sporangiums aus dem Körper des ehemaligen Schwärmers zufolge zeigt das Sporangium in sehr charakteristischer Weise eine schiefe,

halbliegende Stellung zur Substratoberfläche (Taf. 10 Fig. 128, 129, Taf. 11 Fig. 130). Der Körper des Sporangiums ist oval, aber dadurch, daß er sowohl an seiner Basis (neben der Anheftungsstelle) durch den zur Seite gedrängten und umgekippten Körper des ehemaligen Schwärmers, als auch an seinem Scheitel in eine zitzenförmige Spitze vorgezogen ist, erscheint er schief-zitronenförmig und hat eine vollkommen geglättete Oberfläche (Taf. 10 Fig. 128 und Taf. 11 Fig. 130). Vor der Schwärmerbildung erfüllt, mit Ausnahme der körnchenfreien apikalen und basalen zitzenförmigen Hervorwölbung, gleichmäßig-glänzend-feinkörniges Plasma das Lumen des Sporangiums (Taf. 11 Fig. 130 oben). Die feinen Körnchen (Fettpartikel) fließen alsdann zu den typischen Fetttröpfchen der zukünftigen Schwärmer zusammen, welche im homogenen, weißglänzenden Plasma eingebettet liegen (Taf. 10 Fig. 129; Taf. 11 Fig. 130. unten). Das Zoosporangium öffnet sich an seinem Scheitel mit einem kleinen, flachgewölbten, uhrglasförmigen Deckel (Taf. 11 Fig. 131, 132). Die basale, zitzenförmige Hervorragung hingegen bleibt stets geschlossen. Die austretenden Schwärmer sammeln sich — als würden sie in eine Gallertblase entleert werden — zu einem exakt kugeligen Haufen und bleiben hier dicht aneinander gedrängt eine Zeitlang ruhig, bewegungslos liegen (Taf. 11 Fig. 131), bis endlich Bewegung in sie kommt und sie dann in kürzester Zeit nach allen Richtungen auseinander stieben. Die Ausbildung ihrer Geißeln erfolgt anscheinend erst während der Ruhezeit vor dem Sporangium, aus welchem sie jedoch als gesonderte Körper gleitend austreten. Die Schwärmer sind typische Chytridiaceenschwärmer; ziemlich groß, kugelig mit einem relativ kleinen, exzentrischen Fetttropfen und einer Geißel. Die Dauersporen habe ich nicht beobachtet; sie sollen nach Petersen (1910 p. 550) intramatrikal, wie bei *Phlyctochytrium stellatum* gebildet werden (l. c. Fig. XXII g).

Auf den Oogonien, Oosporen und den vegetativen Zellen eines *Oedogonium* bei Iglö im Spätherbst 1906.

Das seitliche Hervorwachsen des Zoosporangiums am extramatrikalen Teil des Vegetationskörpers hatte bereits Schenk (1858 klar erkannt. Merkwürdigerweise findet sich in der späteren Literatur nirgends eine Angabe über diesen wichtigen Vorgang, der auch die charakteristische schiefe Stellung des Zoosporangiums und dessen beidendige zitzenförmig zugespitzte Gestalt bedingt. Dangeard ließ — trotz Schenk's Angabe — diese Entstehungsart des Sporangiums unbeachtet, denn im Text seiner Arbeit (1886 p. 299) erwähnt er diese mit keinem Wort und keine einzige seiner

Abbildungen (l. c. Pl. 13 fig. 24—30) bringt die Sache, insbesondere den basalen Teil, die zitzenförmige Hervorragung neben der Anheftungsstelle, klar zum Ausdruck. Die zitzenförmige Basis des Sporangiums ist zwar in seiner Fig. 26, 28, 30 dargestellt, aber da es sich um keine entsprechende Seitenansicht handelt, kann man es nicht erkennen, daß hierin eine seitliche Bildung vorliegt.

Da die Öffnung des Zoosporangiums nicht — wie es überall in der Literatur heißt — durch ein Loch am Scheitel, sondern durch Abheben eines Deckels erfolgt, so handelt es sich hier nicht um *Phlyctochytrium* oder um eine *Rhizidium*-Art im Sinne FISCHER's, sondern um ein *Chytridium*, welches die Anzahl der eine subsporangiale Blase besitzenden Arten um eine weitere vermehrt. Da der extramatrikale, persistierende, jedoch gleich groß bleibende Körper des ehemaligen Schwärmers das Zoosporangium durch Aussprossung entwickelt (aber in dem Körper desselben mit einbezogen wird), so handelt es sich hier nahezu um denselben Vorgang wie er bei *Polyphagus* stattfindet. Wenn aber auch die Sache nicht ganz dieselbe ist, so werden doch hierdurch verwandtschaftliche Beziehungen auch zu *Polyphagus* deutlich, worauf ich schon bei *Phlyctochytrium stellatum* aufmerksam machte. So mehren sich die Anzeichen dafür, daß *Chytridium* und *Polyphagus* einander verwandtschaftlich nicht ferne stehen, auf eine gemeinsame Stammform zurückgehen dürften.

Chytridium gibbosum SCHERFF. (Taf. 11 Fig. 133, 134.)

Im Frühjahre 1889 fand ich auf abgestorbenen Fäden von *Cladophora fracta*, welche dem damals noch vorhanden gewesenen Teiche des Botanischen Gartens der Universität in Budapest entstammten und welche Alge ich nach Hause, nach Igló mitgenommen hatte, diese Chytridiacee, deren kurze Beschreibung und lateinische Diagnose ich 1902 (1902 p. (105) und 1902 a, p. 108 n. 12) ohne Abbildungen veröffentlichte (Taf. 11 Fig. 133 a—d). Im Mai 1907 fand ich bei Igló auf einem *Closterium* das entleerte Sporangium einer Chytridiacee, die mit jenen damals auf *Cladophora* gefundenen derart übereinstimmt, daß hier sozusagen sicher derselbe Organismus vorliegt (Taf. 11 Fig. 134). Nun finde ich jetzt, daß diese meine Chytridiacee, deren bucklige Zoorsporangien denjenigen des *Rhizophidium* (*Rhizophyton*) *gibbosum* ZOPF ähnlich sehen, bis auf die Beschaffenheit der Oberfläche, mit *Chytridium* (*Rhizidium*) *Schenkii* durchaus übereinstimmt. Nach DANGEARD (1886 p. 297) ging *Chytridium* (*Rhizidium*, *Phlyctochytrium*) *Schenkii* von *Oedogonium* auch auf *Cladophora* und *Closterium* über, also auf jene Nährpflanzen, auf denen sich mein

Chytridium gibbosum findet. Nach den Angaben der Literatur — die ich bestätigt fand — sind die Sporangien dieses Organismus glatt und nicht bucklig, und sie dürften auch in den von Dangeard beobachteten Fällen auf *Cladophora* und *Closterium* glatt gewesen sein, denn Dangeard (l. c.) erwähnt nichts von solchen mit buckeliger Oberfläche. Wie ich oben erwähnte ist die Übereinstimmung meines *Chytridium gibbosum* mit *Chytridium Schenkii* eine so weit gehende, daß allem Anschein nach bei *Chytridium gibbosum* die Entstehungsweise des Zoosporangiums dieselbe sein dürfte, wie ich sie bei *Chytridium Schenkii* beobachtet habe (siehe vordem). Man findet nämlich an meinem *Chytridium gibbosum* auf *Cladophora* an der Basis des Sporangiums seitlich von der Anheftungsstelle einseitig eine mehr oder weniger deutliche halbkugelige Hervorwölbung (Taf. 11 Fig. 133 a, b) welche allem Anschein nach der Rest des ehemaligen Schwärmerkörpers ist, aus welchem seitlich, schief nach aufwärts das schlauchförmige, buckelige Zoosporangium herauswuchs, das demzufolge auch hier eine solche Stellung zur Substratoberfläche zeigt wie bei *Chytridium Schenkii*. Auch hier erfolgt die Öffnung des Sporangiums durch Abheben eines flachgewölbten, uhrglasförmigen Deckels von 4 μ Durchmesser (Taf. 11 Fig. 133 d). Bei meinem *Chytridium gibbosum* auf *Closterium* ist die Oberfläche des Sporangiums weniger buckelig, ja auf der Bauchseite glatt (Taf. 11 Fig. 134), wie bei *Chytridium Schenkii*, auch nähert sich die Sporangienform, die hier weniger schlauchförmig und im großen und ganzen mehr oval ist, derjenigen des letzteren. Eine basale, einseitige Aussackung ist ebenfalls deutlich erkennbar, die aber hier nicht rundlich wie bei *Chytridium gibbosum* auf *Cladophora* und bei *Chytridium Schenkii* auf *Oedogonium* erscheint, sondern die Form eines spitzen, dem Substrat aufliegenden Kegels hat. Doch diese Aussackung, im Vereine mit der charakteristischen, halb liegenden Stellung weist darauf hin, daß auch dieses Sporangium auf dieselbe Weise entstand, wie bei meinem *Chytridium Schenkii* auf *Oedogonium*. Obwohl der abgeworfene Deckel hier nicht vorhanden war, so deutet doch die scharf und geradlinig begrenzte Öffnung am Scheitel darauf hin, daß auch hier die Öffnung durch Abheben eines Deckels erfolgte. Die intramatrikale, subsporangiale Blase ist bei *Chytridium Schenkii* stets kugelig und dies ist auch meist der Fall bei meinem *Chytridium gibbosum* auf *Cladophora* (Taf. 11 Fig. 133 a, b, d), während sie bei dem Individuum auf *Closterium* am Grunde abgeflacht und seitlich in zwei einander gegenüberliegende Zipfel ausgezogen erscheint, welche sich augenscheinlich in fädige Rhizoiden fortsetzten (Taf. 11 Fig. 134).

Aber genau dieselbe Sache kommt auch bei meinem *Cladophora* bewohnenden Organismen vor (Taf. 11 Fig. 133 c) und auch dies drängt mich dazu, in meinem auf *Cladophora* gefundenen und auf *Closterium* beobachteten Exemplaren ein und denselben Organismus, *Chytridium gibbosum* zu sehen. Da das auf *Closterium* gefundene Exemplar mit seinem mehr ovalen, dickeren, und mehr glatten Sporangium gewissermaßen einen Übergang von den mehr schlauchförmigen und buckeligen *Chytridium gibbosum* auf *Cladophora* zu den schief-zitronenförmige, glatte Sporangien besitzenden *Chytridium Schenkii* darstellt, so frägt es sich, ob nicht *Chytridium gibbosum* eigentlich nichts anderes ist als *Chytridium Schenkii*, dies um so mehr, als *Chytridium Schenkii* nach Dangeard (l. c. p. 298) auch auf *Cladophora* und *Closterium* vorkommt. Nun ist aber in der buckeligen Oberfläche der Sporangien ein so auffallender Charakter und eine derartige Abweichung gegeben, daß es mir bis auf weiteres widerstrebt, diese beiden Formen schlechtweg miteinander zu identifizieren. Zweifellos stehen sie infolge aller anderweitigen Übereinstimmungen einander derart nahe, daß es mir sogar zulässig erscheinen würde, *Chytridium gibbosum* als Subspezies dem *Chytridium Schenkii* unterzuordnen. Wir hätten also: *Chytridium Schenkii* (Dang.) mihi. Sporangien glatt, wie oben geschildert entstehend, halb liegend, zitronenförmig; Öffnung mit Deckel. Hauptsächlich auf *Oedogonium; Chytridium gibbosum* Scherff. Sporangien ebenso entstehend und sich öffnend, aber buckelig und mehr schlauchförmig; auf *Cladophora, Closterium.* Bezüglich der Entleerungsweise, der Beschaffenheit und ihres Benehmens, stimmen die Schwärmer von *Chytridium gibbosum* mit denjenigen des *Chytridium Schenkii* überein.

Rhizophidium? spec. auf *Zygnema*. (Taf. 11 Fig. 135, 136.) (Schutzhöckerbildung bei Algen.)

Auf den Zellen einer *Zygnema*-Art bei Igló. September 1901. Zoosporangien extramatrikal, mit halbkugeliger Basis der Wirtszelloberfläche unmittelbar aufsitzend. Der kugelige glatte Körper ist am Scheitel in einem niedrigen, breiten, flachgewölbten, kegelstutzförmigen Fortsatz ausgezogen, wodurch er kugelig-birnförmige Gestalt erhält (Taf. 11 Fig. 135). Größe verschieden ($26 = 24\,\mu$; $13 = 10\,\mu$). Intramatrikal ist ein sehr feines, reich-, baumartig verzweigtes Rhizoidsystem vorhanden, das sich nur auf eine Wirtszelle beschränkt, ohne weiteres nicht sichtbar ist, in einem günstigen Falle aber, nach Behandlung mit konz. Chloralhydratlösung wundervoll rein

und deutlich beobachtet werden konnte. Dies ist alles, was ich von dieser vielleicht neuen Art sagen kann, denn die Schwärmer und die Dauersporen habe ich nicht gesehen [1]).

Wenn ich diese so mangelhaft bekannt gewordene Form hier dennoch in Behandlung ziehe, so geschieht dies deshalb, weil ich mir hier Anlaß nehmen will, einige Punkte von allgemeinerem Interesse, wenn dieselben auch bereits mehrfach Erwähnung fanden, nochmals zur Sprache zu bringen.

In dem zur Ruhe gekommenen, extramatrikal festgehefteten Schwärmer ist im homogenen, dichten Plasma in der Regel nur der einzige stark lichtbrechende Fetttropfen zu sehen. Geht aus einem solchen Schwärmer (Keimling) extramatrikal das Zoosporangium hervor, so vermehren sich mit fortschreitender Ernährung und dem Wachstum des erstarkenden Keimlings die stark lichtbrechenden und fettglänzenden Fetttropfen, die sehr verschiedene Größe aufweisen und oft — wie in den Keimlingen von *Chytridium spinulosum*, *Rhizophidium globosum* (worauf im letzteren Fall schon einer der ersten Beobachter von Chytridiaceen Cohn — 1854 p. 149, Taf. 16 Fig. 11, 12 — aufmerksam machte) im basalen Teil desselben angesammelt erscheinen, während sie dessen obere Hälfte frei lassen. Schreitet das Zoosporangium zur Schwärmerbildung, so erfolgt eine Emulgierung des Fettes, die verschieden großen Fetttropfen werden verkleinert und beträchtlich vermehrt bis das ganze Sporangium von einem gleichmäßig feinkörnigem Inhalt erfüllt erscheint (Taf. 11 Fig. 135 a). Nun beginnen diese gleichgroßen feinen Fettkörnchen portionenweise zu größeren Fettkörperchen von zunächst ganz unregelmäßiger Gestalt zusammenzufließen und erscheinen mit dem Fortschreiten dieses Vorganges immer mehr in eine dichte, homogene Grundsubstanz (Plasma) eingebettet (Taf. 11 Fig. 135 b). Endlich erfolgt die Abkugelung dieser Fetttropfen, welche die Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer repräsentieren und die im weißlich glänzenden, nur bei sehr starker Vergrößerung äußerst fein granulierten,

[1]) Atkinson (1909 a p. 445) gibt l. c. in Fig. 3 B eine Abbildung eines Zoosporangiums von *Rhizophidium globosum* (A. Br.) Schröter, welches gestaltlich unserer in Rede stehender Form auf *Zygnema* sehr ähnlich sieht. Ich glaube nicht, daß die Bestimmung Atkinson's hier richtig ist, denn die breite Scheitelpapille, so wie die birnförmige Gestalt der in seiner Fig. 3 A abgebildeten beiden Keimlinge, stimmt durchaus nicht zu *Rhizophidium globosum*, wie dieses Cohn (1854 Taf. 16 Fig. 11, 19) und Braun (1855 Taf. II Fig. 14, 16) faßte. Es ist nicht unmöglich, daß hier unser *Zygnema-Rhizophidium* vorliegt, wenn Atkinson sein „*Rhizophidium globosum*“ auch auf *Spirogyra* fand.

sonst homogen erscheinenden Plasma (Hyaloplasma) liegen, welches nun in die Schwärmer zerfällt (Taf. 11 Fig. 135c), deren jeder einen solchen Fetttropfen mitbekommt. Dies wären so die typischen Erscheinungen beim Schwärmerbildungsvorgang bei den Chytridiaceen.

Der die Wirtszellmembran durchbohrende, feine Rhizoidfortsatz des Keimlings zeigt sich hier von Seite der Wirtszelle von einem Cellulosezapfen umgeben (Taf. 11 Fig. 135c). Schon der erste Beobachter der Chytridiaceen Alexander Braun hatte diese Erscheinung bei *Rhizophidium* (*Chytridium*) *laterale* (1855 p. 43, Taf. III Fig. 23—25) und bei *Phlyctochytrium* (*Chytridium*) *hydrodictyi* (l. c. p. 53, Taf. IV Fig. 21—25) richtig beobachtet, aber zu einer klaren Erkenntnis dessen, daß es sich hierbei um einen Kampf zwischen dem Wirt und dem ihn angreifenden Parasiten handelt, war er augenscheinlich nicht gelangt. Seit langem war es mir klar und heute ist es allgemein bekannt, daß diese abnormale Cellulosebildung von Seite der Wirtszelle eine Schutzmaßregel gegen den Parasiten ist. (Vgl. insbesondere Guttenberg 1905 p. 25, vor allem aber p. 31 und auch p. 59.) Die Pflanzenzelle im allgemeinen sucht auf diese Weise einen sie schädigenden Körper unschädlich zu machen resp. einem fremden Organismus das Eindringen in ihrem Protoplasmaleib zu verwehren. Merkwürdigerweise finden wir schützende Wandsubstanzbildungen in der Literatur gegen parasitische Pilze verschiedener Art, nur nicht gegen Chytridiaceen angeführt, wo sie eigentlich zuerst beobachtet wurden (Braun 1855). Jene lokalen, zentripetalen Wandverdickungen, die uns nicht selten an Algen begegnen, sind zum größten Teil auf Angriffe von Chytridiaceen, jedoch auch von Ancylistineen, ja selbst Monadinen zurückzuführen. Mir sind solche Wandverdickungen bei folgenden Algen bekannt: *Zygnema*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Closterium*, *Tribonema*, *Hydrodictyon*, *Ulothrix*, *Oedogonium*, *Bulbochaete*, *Cladophora*, *Vaucheria*, *Sphaeroplea*. Keineswegs sind sie aber bei allen diesen Algen stets auf parasitische Angriffe zurückzuführen; insbesondere gilt dies für *Cladophora*, *Vaucheria* und *Sphaeroplea*. Bei *Cladophora* beobachtete sie auch Zimmermann (1887 p. 141), wo sie nach längerer Kultur im Zimmer auftraten, aber einen dieselben hervorrufenden Parasiten erwähnt er nicht. Ich selbst fand sie bei *Cladophora fracta* 1888 und 1902 ebenfalls, ohne sie mit Sicherheit auf einen Parasitenangriff zurückführen zu können. Das auf dieser Alge vorkommende *Chytridium gibbosum* ruft keine Schutzhöckerbildung hervor. Bei *Vaucheria* fand sie zuerst Solms-Laubach (1867 p. 361 Taf. IX Fig. 18) und eingehender behandelte Schaarschmidt (1884) Bildungen

solcher Art. Nach Brüllowa (1908) soll es sich in diesen Wandverdickungen um Bollwerke gegen die Infektion eines unbestimmbares Pilzes handeln, was jedoch nur zum Teil zutreffen dürfte. Ich selbst fand auch zentripetale, oft bräunlich gefärbte Wandverdickungen, die sphäritischen Bau zeigten (siehe Schaarschmidt 1884 Taf. I Fig. 1c und Fig. 18 oben an der Querwand), die mir aber nicht von Parasiten hervorgerufen zu sein scheinen. *Rhizidium quadricorne* auf den Oosporen von *Vaucheria polysperma* und die endophytisch vegetierende *Entophlyctis Vaucheriae* brachten an dieser Alge keine derartigen Schutzhöcker hervor. Die lokalen, zentripetalen Wandverdickungen von *Sphaeroplea annulina* var. *crassisepta* Heinricher sind sicherlich keine durch Parasiten verursachten Bildungen (Heinricher 1883 Taf. XII Fig. 1a—c) dies um so weniger als der bisher einzige, bekannte Parasit auf *Sphaeroplea*, *Rhizophidium globosum*, überhaupt seine Nährpflanzen zu keiner derartigen Reaktion veranlaßt. Bei einer *Mougeotia*-Art fand ich den 9. November 1905, jedoch nur in gewissen Fäden, aber dann nahezu in allen Zellen reichlich, zentripetale, zapfenförmige Wandverdickungen, die einige grobe, schwarzbraune Körner, braune krümelige Massen eingekapselt zeigten (Taf. 11 Fig. 137). Diese abgekapselten braunen Körner färbten sich bei Behandlung mit Ferrocyankalium und Salzsäure rein blau, erweisen sich demnach als eisenhaltig (Berlinerblau). Meiner Ansicht nach handelt es sich hier um eine Erscheinung, die wahrscheinlich in dieselbe Kategorie gehört, die Klebs (1886 p. 372—373) im Experiment hervorrief, um den Austritt von Gerbstoffbläschen und um das Eingehen einer Eisenverbindung derselben in eisenhaltigem Wasser. In diesen *Mougeotia*-Zellen erschien zwar der Chromatophor vielfach und unregelmäßig verbogen, jedoch in keiner Weise desorganisiert, die Pyrenoide hingegen vermehrt, zahlreicher als in normalen Zellen.

Diesen Fällen von nicht durch Parasiten verursachten zentripetalen Wandverdickungen, stehen nun jene gegenüber, welche ganz sicher zur Abwehr eines eindringenden Parasiten gebildet wurden.

Als solche erwähne ich nun an erster Stelle meine in Rede stehende *Rhizophidium*?-Art auf *Zygnema*. Unser *Rhizophidium* verursacht hier die Bildung schlanker, kegelförmiger, bis lang cylindrischer Membranzapfen mit wellig-wulstiger Oberfläche, welche oft tief in das Lumen der *Zygnema*-Zelle hineinragen (Taf. 11 Fig. 136). Behandelt man das *Zygnema*-Material, in welchem man die Gegenwart des Parasiten festgestellt hatte mit konz. Chloralhydratlösung — welche den Zellinhalt vollends zerstörend die Zellen aufhellt

d. h. durchsichtig macht — so findet man in gar vielen Zellen, die sich vordem als vollkommen gesund zeigten, keine krankhafte Alteration des Zelleibes erkennen ließen, diese zentripetalen Membranzapfen (Taf. 11 Fig. 136). In solchen Membranzapfen läßt sich stets ein haarfeiner, längsverlaufender Bohrkanal erkennun, der aber noch vor dem inneren Ende des Membranzapfens blind endet, mithin diesen nicht durchdrungen hatte. Extramatrikal saß über einen solchen Membranzapfen der Zellwand der *Zygnema*-Zelle auf einem kurzen, feinen, fadenförmigen Stielchen der schalenförmige Rest einer kleinen, runden Zelle (Taf. 11 Fig. 136, unten), welcher nichts anderes ist als das Überbleibsel jenes Keimlings, welcher es versuchte in die *Zygnema*-Zelle eindringend, diese zur Beute zu machen, wobei er jedoch hier im Kampfe erlag. Hier handelt es sich also um erfolgreich zurückgeschlagene Attaquen der Chytridiacee und man sieht hieraus, daß es nur einem Bruchteil der angreifenden Parasitenkeime gelingt die Algenzellen zu erobern und nur ein Bruchteil der Nährpflanzenzellen den Parasiten zum Opfer fällt. Die Verdickung der Wand an der Eindringstelle des Feindes ist also das Verteidigungsmittel der Algenzelle, welches aber der Organismus nicht in jedem Falle zur Anwendung zu bringen vermag. So finden wir bei *Zygnema*, welche von *Phlyctochytrium stellatum*, von *Entophlyctis bulligera* befallen erscheint, nichts von einer derartigen Schutzhöckerbildung.

Bei *Spirogyra* veranlaßt der eindringende Keim von *Olpidiopsis schenkiana* — wenigstens in manchen Fällen — Schutzhöckerbildung (Scherffel 1925 Taf. 4 Fig. 194, 195), welche aber auf den Angriff von *Chytridium? spinulosum* Blytt, von *Lagenidium rabenhorstii* und *Myzocytium proliferum* nicht erfolgt.

Bei *Mougeotia* ruft *Rhizophidium fallax* Scherff. mächtige Schutzhöckerbildung hervor (Scherffel 1925a Taf. 2 Fig. 60, 62), während das gestaltlich übereinstimmende *Rhizophidium globosum* A. Br. diese Wirkung nicht hat. Zur Schutzhöckerbildung gibt hier auch *Ectochytridium (Zygorhizidium) Willei*, insbesondere die vegetativen, seltener die Geschlechtsindividuen derselben Veranlassung. Gegen *Entophlyctis bulligera* und *Myzocytium proliferum* bildet aber auch *Mougeotia* keine Schutzhöcker. Auf zentripetale, zapfenförmige Wandverdickungen bei dieser Alge, welche aber nicht von Parasiten verursacht sind, habe ich bereits oben (S. 244) hingewiesen.

Bei Desmidiaceen fand ich nur ein einziges Mal, in einem inhaltsleeren *Closterium lanceolatum*, in sehr schöner Ausbildung, lange, cylindrische, weit in das Zellumen hineinragende Schutzhöcker,

welche ganz sicher das Resultat eines Parasitenangriffes sind, da sie ganz deutlich in ihren Innern den Bohrkanal erkennen ließen (Taf. 11 Fig. 138). Sonst scheint den Desmidiaceen die Fähigkeit Schutzhöcker zu bilden abzugehen, denn gegen *Chytridium gibbosum* bildet *Closterium*; gegen *Olpidium saccatum* und *Olpidium utriculiforme Cosmarium* und *Euastrum*; gegen *Myzocytium proliferum* die vegetative Zelle von *Staurastrum*; gegen *Chytridium? muricatum* die Zygote von *Staurastrum dejectum*; gegen *Olpidium hyalothecae Hyalotheca*; gegen *Chytridium? spirotaeniae* und *Myzocytium Spirotaenia condensata*; gegen eine neue, noch unveröffentlichte *Lagenidium*-Art *Penium digitus* keine Schutzhöcker.

Characium verdickt seine Zellmembran gegen *Chytridium? characii* nicht.

Hydrodictyon reticulatum beantwortet den Angriff von *Phlyctochytrium hydrodictyi* mit Schutzhöckerbildung.

Ulothrix zonata bildet gegen *Rhizophidium laterale* Wandverdickungen. Betreffs dieser beiden letzteren Fälle siehe oben S. 243 das Zitat: Braun 1855.

Oedogonium zeigt gegen *Lagenidium oedogonii*, gegen einen ungenügend bekannten, dem *Olpidium utriculiforme* ähnlichen Parasiten in Oogonien (Taf. 11 Fig. 140, 141 s), ferner gegen eine neue, sehr mangelhaft bekannte *Lagenidium*-artige Ancylistinee in den Oosporen von *Oedogonium Franklinianum*? (Taf. 11 Fig. 143) Schutzhöcker und zwar in den beiden letzteren und auch anderen (Taf. 11 Fig. 139) Fällen von typischer und ganz mächtiger Ausbildung (s). Dagegen begegnen uns keine derartigen Bildungen, wenn *Chytridium Olla*, *Rhizophidium globosum* (Form mit fädigen Rhizoiden) und *Olpidiopsis oedogoniorum* Arten dieser Algengattung befällt.

Das auf den Borsten von *Bulbochaete* parasitierende *Chytridium chaetophilum* veranlaßt Schutzhöckerbildung (Scherffel 1925a Taf. 2 Fig. 90—93).

Tribonema entwickelt gegen *Chytridium lagenula* mihi ansehnliche Schutzhöcker, gegen *Chytridium confervae* nicht nur Schutzhöcker, sondern auch schöne Schutzscheiden an den durchbohrten Querwänden. Schützende Höcker werden auch gegen meine polyandrische Chytridiacee (siehe Scherffel 1925a Taf. 2 Fig. 57 a, b, s) gebildet. Bei *Rhizophidium asterosporum* ist Schutzhöckerbildung selten, gegen *Rhizophidium goniosporum* scheint sie nie zu erfolgen. Höchst beachtenswert ist es, daß sie in den Aplanosporen auch gegen eine Monadine, gegen *Aphelidium tribonemae* erfolgt (Scherffel 1925 Taf. 3 Fig. 103, 106).

Keine Schutzhöcker bilden auf parasitische Angriffe die Bacillariaceen. Wohl ist dies eine Folge der Verkieselung der Membran, welche aber bekanntlich keinen absoluten Schutz gegen Parasiten gewährt.

Ebenso bilden keine Schutzhöcker die Zellen der Cyanophyceen, wenn sie von Chytridiaceen befallen werden (siehe meinen *Rhizosiphon crassum* Taf. 9 Fig. 41—50; ferner Braun 1855: *Chytridium subangulosum* Taf. III Fig. 27—31; *Chytridium cornutum* Taf. IV Fig. 11—19) und dasselbe scheint auch von den Phaeophyceen und Rhodophyceen zu gelten, so weit meine Kenntnisse und Beobachtungen reichen.

Aus den hier angeführten Fällen dürfte es bereits ganz klar hervorgehen, daß die Bildung von Wandverdickungen und Scheiden beim Eindringen eines Parasiten in eine lebende Pflanzenzelle (nicht nur bei Algen, sondern auch bei Hepaticae, Farnen und Phanerogamen) wohl ein weitverbreitetes, oft anzutreffendes Verteidigungsmittel darstellt, keineswegs aber ein so allgemeines, daß es überall und stets in Anwendung gebracht wird. Wir sehen, daß sich dieselbe Wirtspflanze hierin gegenüber verschiedenen Parasiten verschieden verhält. Hieraus aber folgt, daß bei der Bildung von Schutzhöckern und Scheiden nicht allein der Wirtspflanze die entscheidende Rolle zufallen dürfte, sondern auch dem Parasiten ein Einfluß zuerkannt werden muß, daß diese Bildungen eigentlich eine Resultante der Einwirkungen beider sind.

Überblicken wir die hier angeführten Fälle, so muß es auffallen, daß insbesondere die Ancylistineen (die nicht zu den Chytridiaceen gehören), also *Lagenidium*, *Myzocytium* selten Schutzhöckerbildungen hervorrufen und daß eine solche nicht hervorgerufen wird durch jene Chytridiaceen die endophytisch leben (Olpidien), ferner selten durch solche extramatrikal fruktifizierende, die eine intramatrikale, subsporangiale Blase besitzen (*Entophlyctis*, *Phlyctochytrium*), welche also als die Deszendenten der endophytisch lebenden, den Übergang zu den typisch extramatrikalen, den jüngeren Formen vermitteln.

Bewohner abgestorbener Gewebe von Phanerogamen.

Chytridium xylophilum Cornu? (Taf. 11 Fig. 144—146.)

Zoosporangien entweder breit-birnförmig mit meist seitlich verschobener zitzenförmiger Entleerungspapille (Taf. 11 Fig. 146) oder sphaeroidal, niedergedrückt mit nur schwach buckelförmiger Papille (Taf. 11 Fig. 145) oder endlich liegend breit-oval (annähernd kugelig) mit einem schwach kegelförmig-cylindrischen ca. 10 μ langen und

ca. 6 μ weiten Entleerungshals dessen Ansatzstelle (Taf. 11 Fig. 144) ebenfalls etwas seitlich verschoben erscheint, 20—36 μ breit, 16 bis 34 μ hoch. Membran farblos, glatt. Die Sporangien sitzen mit abgeplatteter Basis den Bastfasern auf, manchmal sind sie auch etwas in diese Unterlage eingesenkt oder sie nehmen im Innern der Sternparenchymzellen eine mehr oder weniger unregelmäßige Gestalt an. Die einen Entleerungshals besitzenden Zoosporangien öffnen sich durch Abwerfen eines kegelförmig-gewölbten, stark lichtbrechenden, kreisrunden Deckels von 4 μ Durchmesser (Taf. 11 Fig. 144), aber auch bei den halslosen dürfte die Öffnungsweise die gleiche sein, da die Mündung scharf begrenzt erscheint. Die reifen Zoosporangien bieten das Bild typischer Chytridiaceen-Zoosporangien; in dem homogenen, dichten, weißlich glänzenden Plasma liegen die gleichgroßen, kugeligen Fetttropfen der zukünftigen Schwärmer eingebettet (Taf. 11 Fig. 145, 146, links). Zoosporen kugelig, groß, 8 μ im Durchmesser, mit großem der Wand anliegenden, linsenförmigen, kreisrunden, farblosen Fetttropfen und einer einzigen, langen Geißel. Bewegung nicht sehr lebhaft. Das Ausschwärmen habe ich nicht gesehen. Ein Rhizoidsystem konnte ich — zumal in dem dichten Substrat — nicht erkennen. Dauersporen fand ich nicht.

Auf den Bastfaserbündeln eines faulenden *Typha*-Blattes, sowie im Sternparenchym desselben; bei Igló den 24. Oktober 1901.

Der Beschaffenheit des Substrates nach, sowie wegen der ziemlichen Übereinstimmung mit der Abbildung bei Dangeard (1886 Pl. XIII fig. 6, rechts) halte ich diese von mir beobachtete Chytridiacee für *Chytridium xylophilum* Cornu. Ist dies richtig, so handelt es sich hier — da die Öffnung der Sporangien durch Abwerfen eines Deckels erfolgt — um ein *Chytridium* und nicht um ein *Rhizidium* (Dangeard 1886 p. 300) oder *Rhizophidium*, als welches dieser Organismus zumeist angeführt erscheint (Fischer 1892 p. 98; v. Minden 1915 p. 334). Vgl. auch Scherffel 1901 p. 560 (Anm. 1); 1902 p. 108 Nr. 11.

Als Bewohner eines derartigen Substrates ist von Chytridiaceen nur noch *Tetrachytrium triceps* und *Rhizidium lignicola* Lindau bekannt, die aber beide dem *Chytridium xylophilum* ganz ferne stehen.

Gödöllö, im Spätherbst 1925.

Literaturverzeichnis.

Atkinson, G. (1909): Observations on some fungus parasites of the algae in the vicinity of Ithaca. N. Y. Botanical Gazette Vol. 48.

— (1909a): Some Problems in the Evolution of the lower Fungi. Annales mycologici Vol. 7.

Braun, Al. (1855): Über Chytridium, eine Gattung einzelliger Schmarotzergewächse auf Algen und Infusorien. Abhandl. d. kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin. Sep.-Abdr.

Brüllowa, L. P. (1908): Über den Selbstschutz der Pflanzenzelle gegen Pilzinfektion. Bolezni rastenij = Jahrb. f. Pflanzenkrankh. Petersburg, II. Jahrg. p. 1—8 russisch. Res. p. I—II, 1 Taf. Referat im Bot. Zentralbl. Bd. 111 p. 56.

Bütschli, O. (1885): Protozoa. in: Bronn's Klassen u. Ordn. des Tierreichs Bd. 1 Abt. 2. Mastigophora. Leipzig und Heidelberg.

Cohn, F. (1854): Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der mikroskopischen Algen und Pilze. Nova Acta. Acad. Caes. Leopoldino. Carolinae Naturae Cursorium Vol. 24 Pars. 1.

Dangeard, P. A. (1886): Recherches sur les organismes inferieurs. Ann. d. scienc. nat. Bot. Sér. 7 T. 4.

— (1888): Les Peridiniens et leurs parasites. Journ. de Botanique II.

— (1889): Mémoire sur les Chytridinées. Le Botaniste 1. sér.

— (1891): Mémoire sur quelques maladies des algues et des animaux. Le Botaniste 2. sér.

— (1911): Un nouveau genre des Chytridiacées. Mitochytrium ramosum. Bull. de la Soc. mycolog. de France T. 27.

de Bary, A. (1884): Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien. Leipzig.

Fischer, A. (1892): Phycomycetes. in: Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland etc. 2. Aufl. Bd. 1. Pilze, Abt. IV. Leipzig.

Forti, A. (1907): Myxophyceae. in: de Toni: Sylloge algarum Vol. 5.

Francé, R. (1897): A Craspedomonadinák szervezete. Der Organismus der Craspedomonaden. Budapest.

Guttenberg, H. v. (1905): Beiträge zur physiologischen Anatomie der Pilzgallen. Leipzig.

Heinricher, E. (1883): Zur Kenntnis der Algengattung Sphaeroplea. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 1 p. 433—450, Taf. XII.

Klebs, G. (1886): Über die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. Untersuch. a. d. bot. Institut Tübingen Bd. 2.

Kny, L. (1871): Entwicklung von Chytridium Olla. Sitz.-Ber. d. Berliner Naturf. Freunde in Bot. Ztg. 1871.

Minden, M. v. (1915): Chytridineae, Ancylistineae, Saprolegnineae. Kryptogamenflora der Mark Brandenburg Bd. 5.

Nowakowski, L. (1877): Beitrag zur Kenntnis der Chytridiaceen. Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen Bd. 2 H. 1.

Petersen, H. E. (1910): An account of Danish Freshwater Phycomycetes with biological and systematical remarks. Annales mycologici Vol. 8.

Pringsheim, N. (1856): Zur Kritik und Geschichte der Untersuchungen über das Algengeschlecht. Gesammelte Abhandlungen Bd. 1.

Reinsch, P. (1878): Beobachtungen über einige neue Saprolegnieae, über Parasiten in Desmidienzellen und über die Stachelkugeln in Achyaschläuchen. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 11.

Rosen, F. (1887): Ein Beitrag zur Kenntnis der Chytridiaceen. Cohn's Beitr. z. Biol. d. Pflanzen Bd. 4.

Schaarschmidt, Gy. (1884): Sejthártya vastagodások és cellulinszemek a Vaucheriák és Cháráknál. Magyar Növénytani lapok. VIII Kötet. p. 1—13.

Schenk, A. (1858): Über das Vorkommen kontraktiler Zellen im Pflanzenreiche. Würzburg.

Scherffel, A. (1901): Einige Beobachtungen über Oedogonien mit halbkugeliger Fußzelle. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 19.

— (1902): Nehány adat Magyarhon növény-és állatvilágának ismeretéhez. Növénytani Közlemények. I. Kötet.

— (1904): Ujabb adatok Magyarország alsórendü szervezeteinek ismeretéhez. Ibid. III. Kötet.

— (1914): Kisebb Közlemények a Kryptogamok Köréböl. Kryptogamische Miscellen. Botanikai Közlemények. XIII. Kötet.

— (1925): Endophytische Phycomycetenparasiten der Bacillariaceen und einige neue Monadinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 52.

— (1925a): Zur Sexualität der Chytridineen. Beiträge zur Kenntnis der Chytridineen. Teil I. Ibid. Bd. 53.

Schröder, B. (1898): Dangeardia, ein neues Chytridineengenus auf Pandorina morum Bory. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. 16.

Schröter, C. (1897): Die Schwebeflora unserer Seen. (Das Phytoplankton.) 99. Neujahrsblatt der naturf. Ges. in Zürich.

Schröter, J. (1897): Chytridiaceae. in Engler-Prantl: Natürliche Pflanzenfamilien. I. Aufl., I. Teil, I. Abt. Leipzig.

Serbinow, J. (1907): Organisation und Entwicklungsgeschichte einiger Chytridiaceen-Pilze. (Russisch mit deutschem Auszuge.) Scripta bot. Horti Univ. imp. Petropolitanae XXIV.

Solms-Laubach, H., Graf zu (1867): Über Vaucheria dichotoma DC. Bot. Ztg. 25. Jahrg.

Sorokin, N. (1874): Übersicht der Gruppe Siphomycetes. Arb. d. naturf. Ges. an der Universität Kazan Bd. 4 Nr. 3. (Russisch.)

— (1889): Materiaux pour la Flore cryptogamique de l'Asie centrale. Revue mycologique XI. année.

Stein, F. v. (1878): Organismus der Infusionsthiere. III. Abt. Flagellaten oder Geißelinfusorien. 1. Hälfte. Leipzig.

Woronin, M. (1868): Neuer Beitrag zur Kenntnis der Chytridiaceen. Entwicklungsgeschichte des Synchytrium Mercurialis. Bot. Ztg. 26. Jahrg.

Zimmermann, A. (1887): Die Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle. Breslau, Sep.-Abdr. aus Schenk's Handbuch der Botanik.

Zopf, W. (1888): Zur Kenntnis der Infektionskrankheiten niederer Tiere und Pflanzen. Nova Acta der kais. Leop. Carol. deutsch. Akad. d. Naturf. Bd. 52.

— (1894): Über niedere thierische und pflanzliche Organismen, welche als Krankheitserreger in Algen, Pilzen, niederen Thieren und höheren Pflanzen auftreten. Beiträge z. Physiol. u. Morphol. niederer Organismen. 4. Heft. Leipzig.

Tafelerklärung.

Tafel 9.

Fig. 1. *Olpidium? difflugiae* nov. spec.

Vor der Reife stehendes Zoosporangium im Innern eines *Difflugia*-Gehäuses. Vergr. 750.

Fig. 2—5. *Olpidium vampyrellae* nov. spec.

Fig. 2. Drei Zoosporangien in einer Zoocyste einer *Vampyrella*, eines entleert. Vergr. 372.

Fig. 3. Nahezu reife Zoosporangien mit dem nahezu homogenen, weißlich glänzenden Plasma. Vergr. 750.

Fig. 4. Dieselben; Inhalt des oberen Sporangiums in die Schwärmer zerklüftet. Vergr. 750.

Fig. 5. Schwärmer. Stark vergrößert.

Fig. 6—7. *Olpidium pseudosporearum* nov. spec.

Fig. 6. Zwei Zoosporangien in einer *Pseudospora*-Zoocyste, die Fetttröpfchen der zukünftigen Schwärmer im Inhalt zeigend. Vergr. 1500.

Fig. 7. Ein Zoosporangium mit in die Schwärmer zerklüfteten Inhalt. Vergr. 1000.

Fig. 8. *Olpidium leptophrydis* nov. spec.

Drei entleerte und ein die Fetttröpfchen der zukünftigen Schwärmer zeigendes Zoosporangium in einer Zoocyste von *Leptophrys vorax*. Vergr. 500.

Fig. 9. *Rhizophidium leptophrydis* nov. spec.

Ein bereits gleichmäßig granulierten Inhalt zeigendes Zoosporangium auf einer Zoocyste von *Leptophrys vorax*. Vergr. 500.

Fig. 10. *Chytridium lateoperculatum* nov. spec.

Entleertes Zoosporangium mit abgehobenem, seitlich liegenden Deckel auf einer Zoocyste von *Vampyrella pendula* Cienk. Vergr. 372.

Fig. 11. *Rhizophidium utriculus* nov. spec.

Zwei entleerte Zoosporangien auf den Ruhezellen einer Chrysomonadine. Vergr. 372.

Fig. 12. *Rhizophidium chrysopyxidis* nov. spec.

Entleertes Zoosporangium mit Haustorium auf dem Gehäuse einer *Chrysopyxis* spec. Vergr. 1000.

Fig. 13—16. *Podochytrium clavatum* Pfitzer.

Fig. 13. Zoosporangium mit gleichmäßig fein granuliertem Inhalt und leerer, kugeliger Stielzelle („stiellose Form“) auf *Amphora ovalis* Kütz. Vergr. 620.

Fig. 14. Drei Sporangien auf *Melosira varians*; zwei entleert, eines mit den Fetttröpfchen der Schwärmer. Die beiden entleerten von typischer Gestalt („cylindrisch gestielt“). Vergr. 500.

Fig. 15. Entleertes, lang gestieltes, pokalförmiges Sporangium auf einer *Pinnularia*. Vergr. 372.

Fig. 16 a, b. Dauersporen auf *Gomphonema*. Vergr. 750.



Fig. 17—20. *Chytridium* (?) *versatile* nov. spec.

Fig. 17. Zoosporangium mit in die Schwärmer zerfallenem Inhalt, einer lebenden *Cymatopleura solea*-Zelle mittels des fadenförmigen Stieles (Rhizoids) beweglich aufsitzend. Vergr. 540.

Fig. 18. Zoosporangium. Basaler Knopf (Schwärmerkörper), fadenförmiges Rhizoid und „Deckel" am Scheitel deutlich. Vergr. 540.

Fig. 19. Zwei Sporangien während der Bewegung der Diatomee nach rückwärts niedergelegt. Das untere Sporangium vor der Bildung der Fetttröpfchen der Schwärmer, das obere mit bereits gebildeten Fetttröpfchen und ausgeprägtem Deckel. Vergr. 540.

Fig. 20. Zwei entleerte Zoosporangien; das untere (links) mit seitlich zurückgeschlagenem Deckel. Vergr. 540.

Fig. 21—40. *Physorhizophidium pachydermum* nov. gen., nov. spec.

Fig. 21. Auf der Oberfläche von *Amphora ovalis* zur Ruhe gelangter Schwärmer. Vergr. 620.

Fig. 22. Erstarkender Keimling mit kleinem, kugeligem Haustorium. Vergr. 620.

Fig. 23. Nach einer Seite kegelförmig auswachsendes, junges Sporangium. Vergr. 620.

Fig. 24, 25. Desgleichen; an der Spitze des kegelförmigen Auswuchses die dünne Membran deutlich zeigend. Vergr. 620.

Fig. 26—28. Sporangien von mehr unregelmäßiger Gestalt. In Fig. 27 u. 28 der kegelförmige Auswuchs basalwärts gerichtet. In Fig. 28 geht vom kugeligen intramatrikalen Haustorium nach innen ein fadenförmiges Rhizoid ab; unter dem Sporangium (extramatrikal) eine kleine, kugelige subsporangiale Blase sichtbar. Vergr. 620.

Fig. 29. Rechts oben ein Keimling mit geradem, ziemlich dickem, unverzweigtem Rhizoid; rechts unten ein kugeliges Sporangium mit ebensolchem Rhizoid, den kegelförmigen Auswuchs nicht seitlich, sondern am Scheitel zeigend. Links ein kugelförmiges Sporangium mit seitlichem basalen, kegelförmigen Auswuchs. Vergr. 620.

Fig. 30. Großes, liegend-eiförmiges Sporangium mit seitlicher, von einer zarten Membran verschlossenen Öffnung. Unter dem Sporangium das kugelige, extramatrikale, subsporangiale Stielbläschen und unter demselben (intramatrikal) das gleich große und gleichgestaltete Haustorium. Vergr. 620.

Fig. 31. Sporangium mit gleichmäßig feingranuliertem Inhalt (vor der Bildung der Fetttröpfchen der Schwärmer). Unter demselben das extramatrikale Stielbläschen und das intramatrikale Haustorium. Vergr. 620.

Fig. 32. Wie Fig. 31, jedoch die feinen Fettpartikel zu den Tröpfchen der zukünftigen Schwärmer zusammengeflossen. Vergr. 620.

Fig. 33. Zwei Sporangien mit noch verschieden großen Fetttropfen im Innern, unter jedem ist die kleine, kugelige, subsporangiale Stielblase und jenseits der Raphe das intramatrikale, ebenfalls kugelige Haustorium von ähnlicher Größe sehr deutlich. Vergr. 1200.

Fig. 34. Länger gestieltes Sporangium; Stiel nach abwärts kegelförmig verbreitert und scharf abgesetzt in die kugelige Stielblase übergehend, jenseits der Raphe, intramatrikal das bedeutend kleinere, kugelige Haustorium. Vergr. 1200.

Fig. 35. Sporangium mit den Fetttröpfchen der Schwärmer, basal an der Seite die durch eine kegelförmig hervorgewölbte, zarte Membran verschlossene Öffnung. Vergr. 620.

Fig. 36. Die Schwärmer entleerendes Sporangium. Vergr. 620.

Fig. 37. Entleertes Sporangium mit seitlicher, kreisrunder Öffnung an der Spitze des seitlichen Auswuchses. Vergr. 620.

Fig. 38. Entleertes Sporangium mit basiskoper Öffnung. Vergr. 620.

Fig. 39. Sporangium mit den Fetttropfen der Schwärmer, die seitliche kreisrunde Öffnung deutlich sichtbar. Vergr. 620.

Fig. 40. Schwärmer. Die Geißel des Schwärmers x schlingenartig gekrümmt.

Fig. 41—55. *Rhizosiphon crassum* nov. gen., nov. spec.

Fig. 41. Fadenstück von *Filarszkya?*, bei s ein zur Ruhe gekommener Schwärmer des Parasiten, oben in einer Zelle ein kugeliger, ganz junger intramatrikaler Keimling. Die Zellen des Wirtes noch ganz normal, unverändert. Vergr. 750.

Fig. 42. Keimling, welcher in eine leere Scheide der Wirts-Cyanophycee ein fadenförmiges Rhizoid hineinsendet. Stark vergrößert.

Fig. 43. Größerer, rundlicher, intramatrikaler Keim. Cyanophyceen-Fadenstück krankhaft affiziert, wie von weinroter Flüssigkeit durchtränkt. Vergr. 750.

Fig. 44. Infiziertes Fadenstück am rechten Ende mit Heterocyste. Rechts zwei intramatrikale Keimlinge, welche einseitig zum Schlauch auszuwachsen beginnen; links ein noch kugeliger, intramatrikaler Keim in einer noch unveränderten Wirtszelle liegend. Siehe den Text S. 193. Vergr. 750.

Fig. 45a, b. a) Laterales Zoosporangium der spindelförmigen Anschwellung des intramatrikalen Schlauches, dem „Prosporangium" aufsitzend; im Innern desselben drei Vakuolen. Plasma dicht, weißlich glänzend, von feinen, glänzenden Körnchen durchsetzt. b) Dasselbe Sporangium später, Vakuolen in anderer Anordnung. Vergr. 750.

Fig. 46. Endständiges, extramatrikales, entleertes Zoosporangium. „Prosporangium" (P) einseitig zum Schlauche ausgewachsen (Infektion der Fadenendzelle).

Fig. 47. Entleertes, laterales Zoosporangium. Die armbandförmigen, orangebraun gefärbten Reste der Wirtszellen sehr schön sichtbar. Vergr. 750.

Fig. 48. Zoosporangium mit großer, zentraler Vakuole, sonst wie Fig. 47. Vergr. 750.

Fig. 49. Zoosporangium mit mehreren großen Vakuolen. Plasma dicht, weißlich glänzend, von feinen glänzenden Körnchen durchsetzt; im Scheitel die dichte, körnchenfreie Substanz nach innen mit gerader, scharfer Grenzlinie. Vergr. 750.

Fig. 50. Von den Schwärmern erfülltes Zoosporangium, seitlich dem Prosporangium aufsitzend. Öffnung bereits gebildet, aber die Schwärmermasse noch von einer dünnen Membranschicht umgeben. Vergr. 750.

Fig. 51. Maulbeerartiger Schwärmerhaufen im Lumen eines Sporangiums. Schwärmer ohne solitären Fetttropfen, mehrere stärker lichtbrechende Körnchen führend. Vergr. 750.

Fig. 52. Zwei Schwärmer. Einer mit solitärem Fetttropfen an der Geißelbasis; der andere ohne solchen, aber mit zahlreichen stark lichtbrechenden Körnchen (Fetttröpfchen?). Stark vergrößert.

Fig. 53. Junge, oblonge Dauerspore im Wirtsfaden liegend. Vergr. 750.

Fig. 54. Infizierter Faden mit drei nebeneinander liegenden Individuen des Parasiten. Die beiden endständigen wurden zu Dauersporen (sp), das mittlere hingegen war zum Schlauch ausgewachsen, dessen Wachstum seine beiden Nachbarn (die Dauersporen) alsbald ein Ziel setzten, er blieb also recht kurz; am endständigen



Prosporangium bildete sich in typischer Weise, lateral ein extramatrikales Zoosporangium (z), dessen Entleerung beobachtet wurde. Vergr. 750.

Fig. 55. Eine zu einem Zoosporangium (z) auskeimende Dauerspore. Vergr. 750.

Fig. 56. *Rhizophidium mischococci* nov. spec.

Ein Zoosporangium mit in die Schwärmer zerfallenem Inhalt. Im Innern der Wirtszelle ein fadenförmiges, unverzweigtes Rhizoid. Vergr. 1500.

Fig. 57—59. *Chytridium lagenula* mihi (non A. Br.).

Fig. 57. Zoosporangium auf einem *Tribonema*-Faden; bei s_1 Schutzhöcker mit Bohrkanal; bei sp intramatrikal liegende Dauersporen. s = der Schutzhöcker der *Tribonema*-Zellwand. Vergr. 750.

Fig. 58. Schief abstehendes, schwach gekrümmtes, entleertes Zoosporangium. s = der Schutzhöcker der *Tribonema*-Zelle. Vergr. 750.

Fig. 59 a, b. a) Gleichmäßig fein granulierten Inhalt führendes Zoosporangium. b) Entleertes Zoosporangium mit scharf und geradlinig begrenzter Öffnung (nach Abwerfen des Deckels). Vergr. von a 620, von b 750.

Fig. 60—61. *Rhizophidium* (?) *persimilis* nov. spec.

Fig. 60 a, b. Zoosporangien, in deren Lumen eine kugelige, dickwandige Dauerspore liegt, welche wahrscheinlich einem Parasiten angehört. Vergr. 750.

Fig. 61. Sexuell gebildete Dauersporen an *Tribonema*. Links, reife Dauerspore mit leerem, ansitzenden Männchen. Rechts, ein abgestorbenes, nahezu inhaltleeres Paar, die offene Kommunikation zwischen dem männlichen und dem weiblichen Individuum deutlich zeigend. Im weiblichen, noch glattwandigen Individuum ein Fetttropfen. Vergr. 750.

Fig. 62—63. *Olpidium hyalothecae* nov. spec.

Fig. 62. Infizierter Faden von *Hyalotheca dissiliens* mit Zoosporangien; bei sp eine Dauerspore. Vergr. 500.

Fig. 63. Schwärmer.

Fig. 64. *Rhizophidium* (?) *hyalothecae* nov. spec.

Ein in die Gallertscheide eingebettetes Zoosporangium, einer Zelle von *Hyalotheca dissiliens* (H.) aufsitzend. Vergr. 500.

Fig. 65—68. *Micromycopsis cristata* nov. gen., nov. spec.

(Siehe ferner Taf. 10 Fig. 69—76.)

Fig. 65. Zwei intakte, gesunde Zellen der Wirtspflanze. *Hyalotheca dubia* Kütz.? Vergr. 500.

Fig. 66. Inhaltführende Spore (sp), im desorganisierten Inhalt der Wirtszelle liegend. Vergr. 750.

Fig. 67. Leere Spore mit schwärzlich-brauner Membran. Stachelspirale deutlich (Polansicht). Keulenförmiger Keimschlauch. Extramatrikal der Rest der gemeinsamen Sorusmembran. Vergr. 500.

Fig. 68. Ausgekeimte braunwandige Spore in Seitenansicht; die Umläufe der Stachelspirale erscheinen als parallele Linien. Keimschlauch kegelförmig. Extramatrikal die intakte Membran des kugeligen Sorus. Vergr. 500.



Tafel 10.

Fig. 69—76. *Micromycopsis cristata* nov. gen., nov. spec.
(Siehe auch Taf. 8 Fig. 65—68.)

Fig. 69. Leere intramatrikale Dauerspore mit Stachelspirale in Polansicht. Extramatrikal der kugelige Sorus mit den Spaltlinien der gemeinsamen, warzig-stacheligen Membran. Vergr. 500.

Fig. 70. Desgleichen wie Fig. 69. Die Stachelreihe der Dauersporenmembran von der Seite gesehen. Keimschlauch deutlich, cylindrisch, farblos. Vergr. 500.

Fig. 71. Intramatrikale Dauerspore mit glatter Membran. Keimschlauch kurz, zwiebelförmig. Im extramatrikalen, aufgesprungenen Sorus die rundlichen, dünnwandigen, entleerten Sporangien sichtbar; einige derselben waren ausgetreten und haften außen dem kugeligen Sorus, entleert an. Vergr. 1000.

Fig. 72. Teilstück eines kugeligen, extramatrikalen Sorus. Innerhalb der doppelt konturierten, bräunlichen, kurzstacheligen Membran, das dünnwandige Wandnetz entleerter Sporangien zeigend. Vergr. 1000.

Fig. 73_{1-3}. Schwärmer „ohne Schwärmbewegung". $_2$ u. $_3$ zeigt das umhergleitende, kegelförmige Lobopodium. Vergr. 750.

Fig. 74. Abgekugelte Sporangien des kugeligen Sorus, welche wahrscheinlich aus den Schwärmern „ohne Schwärmbewegung" hervorgingen, zum Teil innerhalb der gemeinsamen Sorusmembran liegend, zum Teil in die Umgebung ausgetreten. Bei x hatten diese zwei feine, fadenförmige Fortsätze entwickelt. Vergr. 750.

Fig. 75a, b. a) Ein solches kugeliges Sporangium mit den beiden feinen, geißelartigen Fortsätzen. b) Solche ohne geißelartige Fortsätze in Schwärmerbildung begriffen, das obere die Schwärmer entlassend; daneben ein ausgetretener Schwärmer.

Fig. 76. Glattwandige Spore mit langem, unregelmäßig gekrümmtem Keimschlauch. Der Inhalt des extramatrikalen, runden Sorus erscheint nach bereits erfolgter Sonderung wieder zu einer einheitlichen, von gleichgroßen Fetttropfen gleichmäßig durchsetzten Masse zusammengeflossen. Vergr. 750.

Fig. 77. *Micromycopsis Fischerii* nov. gen., nov. spec.

Glattwandige, intramatrikale, leere, ausgekeimte Spore in *Zygogonium*. Extramatrikal der kugelige Sporangiensorus mit dem Wandnetz der leeren Zoosporangien. Vergr. 750.

Fig. 78—79. *Micromyces Petersenii* nov. spec.

Fig. 78. In einer hypertrophisch veränderten *Mougeotia*-Zelle liegt neben der kurz- und spärlich-stacheligen entleerten Spore (ebenfalls intramatrikal) der ausgetretene Inhalt derselben in Teilsporangien zerfallen. Vergr. 500.

Fig. 79. Schwärmer.

Fig. 80—83. *Olpidium saccatum* Sorokin.

Fig. 80. z = entleertes Zoosporangium in *Cosmarium botrytis*. sp = Dauerspore; wahrscheinlich durch Kontraktion des Inhaltes in einem Ende des schlauchförmigen Vegetationskörpers entstanden. Vergr. 500.

Fig. 81. *Cosmarium* mit Dauersporen und entleerten Zoosporangien. Die Dauerspore oben mit großem, solitärem Fetttropfen. Vergr. 500.

Fig. 82. Das Zoosporangium z mit kurzem, scharf abgesetztem Entleerungshals, der jedoch auch nicht über das Niveau der Wirtszelloberfläche hervorragt. Vergr. 500.



Fig. 83. Zwei entleerte Zoosporangien in *Cosmarium* spec. Der intramatrikale Entleerungshals des unteren Sporangiums knieförmig geknickt. Vergr. 750.

Fig. 84—87. *Olpidium utriculiforme* nov. spec.

Fig. 84. Nahezu einfacher Schlauch (entleertes Zoosporangium) in *Cosmarium botrytis* mit im Niveau der Wirtszelloberfläche befindlicher Öffnung. Vergr. 500.
Fig. 85. Unregelmäßiges, Aussackungen und dicke Äste zeigendes, entleertes Zoosporangium. Vergr. 500.
Fig. 86. Entleertes Zoosporangium in *Cosmarium botrytis*, einen die ganze Wirtszelle durchwuchernden, mit dicken, fingerförmigen Ästen versehenen Schlauch darstellend. Öffnung im Niveau der *Cosmarium*-Membran am zugespitzten Ende. Vergr. 500.
Fig. 87. Entleertes Zoosporangium in *Euastrum* spec. Unregelmäßiger Schlauch mit buckelförmigen Aussackungen. Vergr. 500.

Fig. 88. *Olpidium* (?) spec. in *Staurastrum* spec. Vergr. 500.
(Siehe den Text S. 215.)

Fig. 89. *Chytridium ? muricatum* nov. spec.

Entleertes Zoosporangium? zwischen den Stacheln der Zygote von *Staurastrum dejectum* Bréb. var. *De Baryanum* Nordst. sitzend. Vergr. 500.

Fig. 90—95. *Chytridium? spinulosum* Blytt.

Fig. 90. Zoosporangium der Zygote einer *Spirogyra* spec. aufsitzend. Sporangiummembran zerstreut kurzstachelig; Scheitelpapille glatt, scharf und geradlinig begrenzt. Feiner Bohrkanal in der braunen Zygotenmembran. Intramatrikal eine runde Blase mit großem Fetttropfen, von welcher nach innen ein dickes, schlauchförmiges Rhizoid abgeht, welches sich dann in feine Äste verzweigt. Vergr. 750.
Fig. 91. Entleertes Zoosporangium mit unregelmäßiger Entleerungsöffnung in der Seitenwand unter der Scheitelpapille. Rhizoid zwischen der *Spirogyra*-Zellmembran und der braunen Zygotenwand verlängert und keulenförmig angeschwollen, mit zurückgebliebenen Fetttropfen. Sonst wie Fig. 90.
Fig. 92. Schwärmer.
Fig. 93. Zwei junge Zoosporangien. Unter dem rechten ist das Rhizoid zu einer kleinen, kugeligen, extramatrikalen Blase angeschwollen. Bohrkanal in der Membran der Wirtszelle fein, fadenförmig.
Fig. 94. Zoosporangium mit gleichmäßig feingranuliertem Inhalt. Zwischen der *Spirogyra*- und Zygotenwand ist das Rhizoid zu einem kleinen, kugeligen Bläschen erweitert (b). Vergr. 372.
Fig. 95. Zwei Dauersporen im Innern einer Zygote von *Spirogyra* mit sehr großen, beinahe das ganze Lumen einnehmendem Fetttropfen. Vergr. 372.

Fig. 96—97. *Rhizophidium sporoctonum* A. Br.?

Fig. 96. Entleertes Zoosporangium mit weiter Öffnung. Vergr. 750.
Fig. 97 a, b. Dauersporen mit einem großen Fetttropfen im Lumen. a) Die äußere Membranschicht zeigt die streifige Struktur der Membransäulchen. b) Die dicke Wand mit deutlicher radialer Streifung (siehe den Text S. 222). Vergr. 750.

Fig. 98—102. *Rhizophidium decipiens* A. Br.

Fig. 98. Ein einziges, brotlaibförmiges, entleertes Zoosporangium auf der Oospore im Oogonium von *Oedogonium cardiacum*. Entleerungshals durch den Porus des Oogoniums hinausgewachsen. Vergr. 250.

Fig. 99. Drei entleerte, schlauchförmige Zoosporangien. Alle drei haben ihren Entleerungshals durch den Oogoniumporus hinausgesendet. Vergr. 250.

Fig. 100. Eine nahezu kugelige Dauerspore mit dicker, radialstreifiger Membran im Oogonium von *Oedogonium Vaucherii*. Vergr. 250.

Fig. 101. Zwei etwas unregelmäßig ovale Dauersporen im Oogonium von *Oedogonium cardiacum*. Vergr. 250.

Fig. 102. Eine etwas eiförmig gestaltete Dauerspore und ein abweichend gestaltetes, in Entleerung begriffenes Zoosporangium ohne ausgebildeten Entleerungshales in einem Oogonium von *Oedogonium sexangulare*, in welchem der Inhalt sich noch nicht zur Oosphäre geformt hatte. Vergr. 372.

Fig. 103—104. *Rhizophidium digitatum* nov. spec.

Fig. 103. Gleichmäßig granulierten Inhalt führendes Zoosporangium auf einer *Gloeocystis*-artigen Alge. Vergr. 750.

Fig. 104. Zoosporangium auf *Mougeotia*. Der feingranulierte, einige Vakuolen zeigende Inhalt erstreckt sich bis in die Zähne am Scheitel. Subsporangiale, intramatrikale Blase dick-wurstförmig am inneren Ende in ein dickes Rhizoid auslaufend. Vergr. 750.

Fig. 105—106. *Rhizidium quadricorne* De Bary.

Fig. 105. Zoosporangium mit intramatrikaler, kugeliger Blase auf einer jungen Oospore (diese nicht gezeichnet) von *Vaucheria polysperma* Hassal. Vergr. 500.

Fig. 106 a, b. Schwärmer. a) Mit sehr feingranulierter Mitte und körnchenfreiem Saume. b) Eiförmig gestreckter Schwärmer mit körnchenfreiem Lobopodium am Vorderende. Beide stark vergrößert.

Fig. 107—114. *Chytridium olla* A. Br.?

Fig. 107. Ein Zoosporangium mit mehreren Vakuolen im fein granulierten Inhalt und ausgebildeten Deckel am Scheitel auf der im Oogonium liegenden Oospore von *Oedogonium Vaucherii*. Intramatrikale kugelige Blase deutlich. Der ovale Körper links (x) ist vielleicht ein junges Zoosporangium von *Rhizophidium decipiens* A. Br. Vergr. 372.

Fig. 108. a) Runde intramatrikale Blase mit kegelförmig zugespitztem Knopf in die Basis des Sporangiums hineinragend. b) Ein isoliertes, entleertes Zoosporangium. Intramatrikale Blase kollabiert, mit kugeligem Knopf in das Lumen des Sporangiums vorspringend. Vergr. 372.

Fig. 109. Beinahe ovales Zoosporangium mit gleichmäßig feingranuliertem Inhalt. Vakuolen bereits verschwunden. Deckel am Scheitel nur flach gewölbt („Zitze" fehlend) von seiner Innenfläche entspringt ein in das Lumen des Sporangiums hineinragender, breit-kegelförmiger Zapfen („Quellzapfen" v. Minden's). Kugelige intramatrikale Blase deutlich. Auf der Oospore von *Oedogonium Vaucherii*. Vergr. 250.

Fig. 110. Kleines, nur $11 = 8\ \mu$ großes, entleertes Zoosporangium. Vergr. 750.

Fig. 111. Zwei Keimlinge auf einer jungen, noch grünen Oospore von *Oedogonium Vaucherii.* s = Zur Ruhe gekommener Schwärmer ein einfaches, dickes Rhizoid durch die Oogoniummembran zur Oospore sendend. k = Schwärmerkörper bereits eiförmig geworden; in dessen Spitze die stark lichtbrechende Substanz aus welcher der Deckel des Sporangiums gebildet wird. Das Rhizoid intramatrikal zur Blase anschwellend. Vergr. 750.

Fig. 112. Älteres Stadium als k in Fig. 111. Inhalt des noch schlank eiförmigen Sporangium bereits grob granuliert, Vakuolen führend. An der Spitze die bereits zur Kappe gedehnte Substanz des „Deckels". Vergr. 750.

Fig. 113. Wie vorige Figur, nur noch älteres Stadium. Sporangium bereits dick-eiförmig. Vergr. 750.

Fig. 114. Im Lumen des eiförmigen Sporangiums liegt eine rundliche, stark- und glattwandige Zelle vom Aussehen einer Dauerspore mit großem, exzentrischen Fetttropfen. Vergr. 750.

Fig. 115—117. ***Rhizophidium globosum*** **A. Br.**

Fig. 115. Entleertes, starkwandiges, dunkel erscheinendes Zoosporangium mit kleinen, kreisrunden Entleerungsöffnungen im oberen Teil. Intramatrikal das kleine, kugelige, Haustorium („*Albugo* = *Cystopus*-Haustorium"). Auf *Mougeotia.* Vergr. 500.

Fig. 116. Inhalt führendes Zoosporangium auf einem *Oedogonium*-Keimpflänzchen, an welchem es eine scharfe knieförmige Krümmung desselben hervorrief. Vergr. 372.

Fig. 117. *Oedogonium*-Keimling von einer *Vampyrella pendula*-Amöbe angefallen und seines Inhalts beraubt, diese im Begriff sich zu encystieren (V.). In der leeren *Oedogonium*-Zelle sind die fadenförmigen, verzweigten Rhizoiden des *Rhizophidium* nun deutlich sichtbar. Vergr. 372.

Fig. 118—124. ***Phlyctochytrium stellatum*** **Petersen.**

Fig. 118. Zwei junge Keimpflänzchen in *Zygnema.* Extramatrikal der kugelige, starkwandige Rest des Schwärmers (r), intramatrikal die rundliche, heranwachsende mit Fetttropfen erfüllte Blase (i) von deren inneren Pol fädige Rhizoiden abgehen. Vergr. 500.

Fig. 119. Herauswachsen des Sporangiums (s) an der Grenze des extramatrikalen Schwärmerrestes (r) — welcher zur Seite gekippt wird — und der intramatrikalen Blase (i). Vergr. 750.

Fig. 120. Wie Fig. 119. s = ein kleines, kugeliges Sporangium, dessen Inhalt in wenige Schwärmer zerfallen erscheint. r = die zur Seite geschobene, dunkel erscheinende Membran des ehemaligen Schwärmers; i = die entleerte intramatrikale Blase. Vergr. 750.

Fig. 121 a, b. a) Ein größeres, ovales Sporangium (s) mit dichtem, von feinen Körnchen gleichmäßig durchsetzten Inhalt. i und r wie in Fig. 119 u. 120. b) Die feinen Körnchen zu den kugeligen, gleichmäßig verteilten Fetttropfen der Schwärmer zusammengeflossen. Schwärmergrenzen sichtbar. Vergr. 750.

Fig. 122. Die intramatrikale Blase zur Dauerspore (D) heranwachsend. Stacheln der Membran noch kurz. Fetttropfen groß.

Fig. 123. Dauerspore mit 3 μ langen, stäbchenförmigen, an ihrem Ende verdickten Stacheln.

Fig. 124. Im Innern der Wirtszelle liegende Dauerspore mit zu plumpen keulenförmigen Gebilden herangewachsenen Stacheln. Vergr. 750.

Fig. 125—129. *Chytridium* (= *Rhizidium*) *Schenkii* (Dang.) mihi.
(Siehe auch Taf. 11 Fig. 130—132.)

Fig. 125. Keimling. Extramatrikal der erhalten bleibende Körper des zur Ruhe gelangten Schwärmers (r); i = die intramatrikale subsporangiale Blase, von welcher das verzweigte Rhizoidsystem ausgeht. Vergr. 500.

Fig. 126. Älteres Stadium. Intramatrikale Blase (i) bereits größer, mit zahlreicheren Fetttröpfchen. Vergr. 750.

Fig. 127. Herauswachsen des extramatrikalen Zoosporangiums. Subsporangiale Blase (i) entleert. Schwärmerkörper (r) zur Seite gedrängt. Sporangium (s) schief nach aufwärts wachsend, mit papillenförmigem Scheitel. Vergr. 750.

Fig. 128. Ausgewachsenes, schief abstehendes, zitronenförmiges Zoosporangium mit subsporangialer Blase und fadenförmigen Rhizoiden. Vergr. 500.

Fig. 129. Bereits die Fetttröpfchen der Schwärmer zeigendes Zoosporangium. Die basale Papille (r) ist der Körper des ehemaligen Schwärmers; i = subsporangiale Blase. Vergr. 750.

Tafel 11.

Fig. 130—132. *Chytridium* (= *Rhizidium*) *Schenkii* (Dang.) mihi.
(Siehe auch Taf. 10 Fig. 125—129.)

Fig. 130. Zwei Zoosporangien auf einem, eine Oospore enthaltenden Oogonium eines *Oedogonium*. Das obere Sporangium zeigt mit Ausnahme des basalen und apikalen papillenförmigen Teiles, gleichmäßig fein granulierten Inhalt. Im unteren Sporangium sind die feinen Körnchen zu den runden, gleichgroßen Fetttropfen der Schwärmer zusammengeflossen. Vergr. 500.

Fig. 131. Entleerung eines Zoosporangiums. Die ausgetretenen Schwärmer liegen zu einem kugeligen Ballen vereint vor der Mündung des Sporangiums; zwei Schwärmer noch im Lumen des Sporangiums, die keine Geißel erkennen lassen. Oben am Schwärmerballen der abgehobene Deckel (D) des Sporangiums.

Fig. 132. Entleertes Sporangium mit seinem abgehobenen Deckel. Vergr. 500.

Fig. 133 a—d—134. *Chytridium gibbosum* Scherff.

Fig. 133 a—d. Entleerte Zoosporangien auf *Cladophora fracta*. In a und b seitlich an der Basis die halbkugelige Hervorwölbung (der Körper des ehemaligen Schwärmers) gut erkennbar. Subsporangiale Blase rund. c) Subsporangiale Blase innen abgeplattet, in zwei gegenüberliegende Spitzen (Ansätze der Rhizoiden) ausgezogen. d) zeigt den abgehobenen Deckel. Vergr. von a—c 300; von d 372.

Fig. 134. Entleertes Zoosporangium auf einem *Closterium*. Die seitliche, basale Hervorragung spitz-kegelförmig. Subsporangiale Blase wie in Fig. 133 c. Vergr. 500.

Fig. 135—136. *Rhizophidium?* spec. auf *Zygnema*.

Fig. 135 a—c. Zoosporangium vor der Schwärmerbildung. a) Inhalt gleichmäßig fein granuliert. b) Die feinen Körnchen resp. Tröpfchen fließen zu größeren, unregelmäßig gestalteten Körpern zusammen. c) Die Körper von b werden sich abkugelnd zu den gleichgroßen Fetttropfen der Schwärmer. An der Anheftungsstelle des Sporangiums der Schutzhöcker der *Zygnema*-Zelle und einige feine Rhizoiden sichtbar. Vergr. 500.

Fig. 136. Eine *Zygnema*-Zelle von gesundem Aussehen nach der Behandlung mit konz. Chloralhydratlösung; Zelleib vollends zerstört, entfernt; zwei zapfen-



förmige, weit in das Lumen der Zelle hineinragende Schutzhöcker sind nun klar sichtbar, welche in ihrem Innern den feinen Bohrkanal erkennen lassen, der jedoch vor ihrer Spitze endet. Erfolgreich zurückgeschlagener Angriff des Parasiten! Außen über dem unteren Zapfen der Rest des Parasitenkeimes sichtbar. Vergr. 500.

Fig. 137. *Mougeotia*-Zelle mit zentripetalen hügel- und zapfenförmigen Wandverdickungen, welche braune Körner, eine Eisenverbindung ausgestoßener Gerbstoffbläschen? einschließen. Vergr. 372. (Siehe den Text auf S. 244.)

Fig. 138. Schlank-zapfenförmige Wandverdickungen im Innern einer abgestorbenen Zelle von *Closterium lanceolatum*. Im Innern der Zapfen der feine Bohrkanal deutlich. Schutzhöckerbildung zur Abwehr eines eindringenden Parasiten. Vergr. 540.

Fig. 139. Mächtiger, buckelförmiger Schutzhöcker (s) an der Membran einer *Oedogonium*-Zelle. Im Innern desselben der feine, strichförmige Bohrkanal, außen ein zur Ruhe gekommener Chytridiaceenschwärmer mit dem charakteristischen Fetttropfen sichtbar. Vergr. 500.

Fig. 140—143. Parasiten in *Oedogonium*-Oogonien.

Fig. 140. Verzweigter, schlauchförmige Vegetationskörper. Im Ende eines Schlauches eine Dauerspore (D) welche augenscheinlich auf eine Weise gebildet wurde, welche an *Olpidium saccatum* Sorokin erinnert (vgl. Taf. 10 Fig. 81). Bei s ein starker, brotlaibförmiger, von dem Infektionskanal durchsetzter Schutzhöcker an der Oogoniumwand. Vergr. 500.

Fig. 141. Drei Dauersporen in einer Oospore; augenscheinlich auf die gleiche Weise gebildet wie diejenige in Fig. 140. Bei s, an der Wand der Oospore der dick-zapfenförmige Schutzhöcker mit dem feinen Bohrkanal im Innern. Vergr. 500.

Fig. 142. Eine der Dauersporen von Fig. 141. Die 2 μ dicke Membran ist runzelig-höckerig; im granulierten Inhalt ein zentraler Fetttropfen von unregelmäßiger Gestalt. Durchmesser 14 μ. Vergr. 750.

Fig. 143. *Lagenidium*-artiger Parasit. Entleerte Zoosporangien. Entleerungshälse über das Niveau der Wirtszelloberfläche hervorragend, ziemlich eng, cylindrisch, an der Basis bauchig erweitert. Querwände im intramatrikalen, schlauchförmigen Thallus deutlich. Bei s innen an der Membran der Oospore ein radieschenförmiger Schutzhöcker mit dem feinen Bohrkanal im Innern. Außen über diesem Höcker der Oogoniummembran aufsitzend die zurückgelassene Membran des eingedrungenen Parasitenschwärmers, als ein zartes, rundliches, leeres Bläschen. Vergr. 500.

Fig. 144—146. *Chytridium xylophilum* Cornu?

Fig. 144. Entleertes Zoosporangium mit wohlentwickeltem Entleerungshals; seitlich neben dessen Mündung der abgesprengte, kegelförmig gewölbte Deckel.

Fig. 145. Sphäroidales Zoosporangium mit schwach-buckelförmiger, exzentrisch verschobener Entleerungspapille. Im Innern die gleichgroßen, kugeligen Fetttropfen der Schwärmer im homogenen, weißglänzenden Plasma eingebettet.

Fig. 146. Zwei birnförmige Zoosporangien; das linke mit den Fetttropfen der Schwärmer und breit-zitzenförmiger Spitze; das rechte entleert, mit seitlich verschobener Mündung und abgeplatteter Basis.

(Aus dem Zoologischen Institut Tübingen.)

Plistophora Blochmanni, eine neue Microsporidie aus *Gammarus pulex* L.

Von
W. Zwölfer.

(Hierzu 5 Textfiguren und Tafel 12—16.)

Inhaltsverzeichnis.

I. Material und Methode.

In der Absicht mich über das Gebiet der Microsporidienkunde auch praktisch zu orientieren, entschloß ich mich im Winter 1922/23 *Thelohania Mülleri* L. Pfr. als Beobachtungsobjekt zu meinen Studien zu benützen. Dieser in *Gammarus pulex* L. vorkommende Parasit wurde bereits von W. Stempell 1901 und 1902 näher beschrieben. Mein Versuch, mir in der Umgebung Tübingens Material des Parasiten zu verschaffen, blieb anfänglich erfolglos. Da machte mich Herr Prof. Dr. Blochmann auf die reiche Gammaridenfauna der Elsach, eines Quellbaches der Schwäbischen Alb, aufmerksam. In diesem Gewässer sollte der von mir gesuchte Parasit früher zur Beobachtung gelangt sein.

Die Elsach entspringt in der Falkensteiner Höhle. Die von mir zu wiederholten Malen abgefischte Fangstelle befindet sich zirka eine Wegstunde von Urach und etwa 200 m unterhalb der Höhle. Sie erwies sich während der ganzen Dauer meiner Untersuchung als außerordentlich ergiebig. Unter den eingefangenen Gammariden ließen etwa 25—30 Proz. schon bei Betrachtung mit bloßem Auge ein bis zwei weißliche Striche erkennen, die durch den Rückenpanzer der Abdominalsegmente der Krebse hindurchschimmerten (Taf. 12 Fig. 1). Auf Grund der Angaben Stempell's glaubte ich zunächst, es mit der gesuchten *Thelohania*-Infektion zu tun zu haben. Wie sich jedoch später bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte, wurde diese Infektion durch eine Microsporidie verursacht, die von *Thelohania Mülleri* in zahlreichen Punkten stark abwich.

Die aufgefundene Form gehört, wie hier vorwegnehmend bemerkt sei, dem Genus *Plistophora* an. Über die Entwicklung von Vertretern dieser Gruppe lagen bis jetzt nur sehr spärliche Angaben vor. Da das reichlich vorhandene Material versprach über manche Punkte Aufklärung zu geben, entschloß ich mich — den Anregungen der Herren Prof. Blochmann und Prell folgend — die aufgefundene Form einer näheren Untersuchung zu unterziehen.

Es gelang mir später auch das Vorkommen von *Thelohania Mülleri* L. Pfr. am nämlichen Fundort festzustellen. Doch waren die mit *Thelohania*-Infektionen behafteten Flohkrebse dort außerordentlich selten. Unter den vielen Hundert Tieren dieses Fundortes, die mir im Verlauf meiner Untersuchung durch die Hände gingen, zeigten nur insgesamt 5 Individuen eine derartige Infektion. Immerhin läßt diese Beobachtung erkennen, daß die beiden *Gammarus*-Microsporidien sich nicht gegenseitig am Ort ihres Vorkommens ausschließen.

Sehr vereinzelt habe ich unter den eingefangenen Flohkrebsen auch *Niphargus aquilex* SCHRÖDTE angetroffen. Diese, in der Regel unterirdische Gewässer bewohnende Amphipoden, waren wohl aus dem Inneren der Höhle herausgeschwemmt. Microsporidieninfektionen konnte ich bei *Niphargus* nicht feststellen, doch mag das mit der verhältnismäßig geringen Anzahl der erbeuteten Individuen zusammenhängen. Ein Versuch, in der Höhle selbst reichlicheres Material von *Niphargus* einzufangen, blieb ergebnislos.

Der Entfernungsverhältnisse wegen konnte das zur Untersuchung erforderliche Gammaridenmaterial nicht jederzeit frisch beschafft werden. Ich versuchte daher die gefangenen Flohkrebse im Kaltaquarium des hiesigen Institutes längere Zeit am Leben zu erhalten. Dies gelang über Erwarten gut. Die Tiere hielten sich bei zweckmäßiger Behandlung in der Gefangenschaft monatelang vorzüglich. War für genügend Pflanzenmaterial in den Aquarien gesorgt und der Wasserstand derselben möglichst niedergehalten (5—7 cm), dann erwies sich eine besondere Durchlüftung nicht als unbedingt erforderlich. In den nicht durchlüfteten Aquarien wurde alle 3—4 Wochen ein Wasserwechsel vorgenommen.

Empfindlich scheint *Gammarus pulex* L. gegenüber dem Kalkgehalt des Wassers zu sein. Das harte Tübinger Leitungswasser entsprach den natürlichen Lebensbedingungen der Flohkrebse recht gut. Dagegen ging das Material, das ich gelegentlich einer Hilfsassistententätigkeit am Zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule Tharandt im Sommer 1923 untersuchen wollte, in kurzer Zeit restlos zugrunde. Ich glaube dieses Verhalten in erster Linie auf das sehr weiche Wasser der dortigen Gegend zurückführen zu müssen. In Zusammenhang damit dürfte auch die Erscheinung stehen, daß *Gammarus pulex* L. in der Wilden Weißeritz, dem Hauptgewässer der Tharandter Gegend, so gut wie völlig fehlt. Nach der Analyse des Chemischen Institutes der Forstlichen Hochschule besitzt das Wasser der Weißeritz einen Gehalt an CaO von 0,010 g pro l [1]). Nach den Untersuchungsergebnissen von H. H. WUNDSCH (1922) verschwindet *Gammarus pulex* L. aus der Biocönose eines Gewässers, dessen Kalkkomponente unter 0,010 g pro l sinkt. Meine diesbezüglichen Erfahrungen stimmen demnach mit den WUNDSCHschen Ergebnissen gut überein.

Während der Gefangenschaft wurden die Tiere vorwiegend mit pflanzlichem Material gefüttert. Fadenalgen, Wasserhahnenfuß (*Ranunculus aquatilis* L.) und Wasserstern (*Callitriche vernalis* KUETZING),

[1]) Ich verdanke diese Angabe Herrn Assistent W. BAER, Tharandt.



die sich stets in größerer Menge in den Aquarien vorfanden, wurden gern angenommen. Dabei bevorzugten die Krebse die zarten Blätter der in den Aquarien befindlichen Pflanzen. Stengelteile und verfaulende Pflanzenreste blieben unberührt. Auch Schnitten von rohen und gekochten Kartoffeln wurden gierig benagt. Kleine Gaben geschabten rohen Fleisches, zerschnittene Regenwürmer oder Enchyträen, die ich den Tieren gelegentlich verabreichte, wurden ebenfalls als Nahrung angenommen.

Im Gegensatz zu O. Haempel (1908) und in Übereinstimmung mit A. Willer (1922) komme ich zu dem Ergebnis, daß *Gammarus pulex* L., auch wenn ihm vegetabilische Nahrung zur Verfügung steht, durchaus nicht auf animalische Nahrung verzichtet. Wiederholt habe ich Tiere beobachtet, die junge lebende Chironomidenlarven, die sich ihnen näherten, ergriffen und fast völlig verzehrten. Dabei stand diesen Tieren in ihren Behältern die übliche vegetabilische Nahrung zur Verfügung. Wurden in eine Schale, in der sich mehrere Flohkrebse befanden, einige Enchyträen eingesetzt, so waren diese tags darauf verschwunden. Da ein Entweichen der Würmer aus der Schale unmöglich war, nehme ich an, daß sie von den Flohkrebsen vertilgt worden waren. Man wird demnach *Gammarus pulex* als omnivor bezeichnen dürfen, wenn auch unter natürlichen Verhältnissen Vegetabilien wohl den Hauptanteil seiner Nahrung ausmachen.

Die Untersuchung des Parasiten wurde teils an lebendfrischem, vorwiegend jedoch an fixiertem und gefärbtem Material ausgeführt. Zur Untersuchung im frischen Zustande wurden die an den infizierten Tieren schon äußerlich leicht erkennbaren Infektionsherde in toto herauspräpariert, in ein Tröpfchen physiologischer Kochsalzlösung auf den Objektträger gelegt, und mittels aufgelegten Deckglases durch leichten Druck zerquetscht. Um ganze Pansporoblasten und deren Entwicklungsstufen zur Darstellung zu bringen, war ein sehr vorsichtiges Zerzupfen des Materials vor Auflegung des Deckglases erforderlich.

Als sehr gutes Mittel zur Hervorrufung der Polfadenausschnellung erwies sich Methylenblau und Neutralrot. Durch Zusatz einer Spur der Lösung dieser Stoffe (Methylenblau 1:1000, Neutralrot 1:100) wird die gewünschte Wirkung erreicht. Es darf zu diesem Zweck nur ebensoviel Farblösung zugesetzt werden, als etwa an einer Nadelspitze hängen bleibt, so daß die Präparatflüssigkeit gerade noch einen Farbstich ins Bläuliche bzw. Gelbliche bekommt. — Auch mittels Ätherwasser konnte die Ausschnellung des Polfadens erzielt werden. — Nach den genannten Methoden behandelte Präparate

lassen in der Regel schon nach wenigen Stunden eine größere oder geringere Anzahl Sporen mit ausgeschnellten Polfäden erkennen. Mit reinem Wasser, wie das MORGENTHALER (1922) für die Sporen von *Nosema apis* angibt, habe ich eine Polfadenausschnellung nicht veranlassen können. Durch Anwendung mechanischen Druckes kann die Fadenexplosion in kürzester Zeit erzielt werden. Ein kräftiger Druck mit der Fingerbeere auf das Deckglas oder anhaltendes Klopfen mit dem stumpfen Ende einer Präpariernadel auf dasselbe genügt zu diesem Zweck. Doch eignet sich diese Methode weniger zur Beobachtung feinerer Einzelheiten am ausgeschnellten Faden.

Als vorzügliches Mittel die ausgeschnellten Polfäden leicht sichtbar zu machen erwies sich Magentarot in der von P. SCHULZE (1922) für die Darstellung der Nesselfäden der Cnidarier empfohlenen Lösung (Magentarot 1 g; 96 Proz. Alk. 30 ccm; Aqua dest. 100 ccm). Zusatz eines Tropfens dieser Lösung führt nach wenigen Minuten zu einer intensiven Färbung der ausgeschnellten Polfäden. Diese Färbung eignet sich nach meinen Erfahrungen auch recht gut zur Anfertigung von Dauerpräparaten. Man läßt zu diesem Zweck die gefärbten Fäden einfach antrocknen und bettet in Balsam ein. Ich besitze derartige Präparate, die ein Jahr nach ihrer Herstellung noch nichts von ihrer Färbungsintensität verloren haben. Zu rein diagnostischen Zwecken kann man Präparate, in denen ausgeschnellte Polfäden vermutet werden, auch ohne vorherige Färbung einfach antrocknen lassen. Sind ausgeschnellte Fäden vorhanden, so können sie am trockenen Präparat bei Betrachtung mit stärkeren Trockensystemen leicht wahrgenommen werden.

Die Untersuchung des fixierten und gefärbten Materials wurde an Zupf- und Schnittpräparaten durchgeführt. Die Zupfpräparate wurden wie schon oben angegeben hergestellt. Vor der Fixierung ist es notwendig den Tropfen so weit verdunsten zu lassen, daß das Objekt eben noch feucht ist. Zur Herstellung von Schnittpräparaten wurden die Abdominalsegmente des Wirtstieres, die den äußerlich erkennbaren Infektionsherd enthielten, herausgeschnitten, fixiert und nach den üblichen Methoden weiterbehandelt. Als Einbettungsverfahren bewährte sich die Celloidin-Paraffinmethode vorzüglich. Sie ermöglichte selbst bei dem spröden Chitinmaterial des *Gammarus*-Panzers mühelos noch die Anfertigung von 3 μ dicken Schnittserien.

Fixiert wurde mit SCHAUDINN'scher Lösung oder SCHUBERG's Alkohol-Eisessiggemisch (A. SCHUBERG 1910). Beide Methoden gaben gute Resultate.

Zur Färbung wurde MEYER's Hämalaun (neue Vorschrift!),

Eisenhämatoxylin nach Heidenhain und Giemsa-Lösung verwendet; letztere mit nachfolgender Acetonentwässerung. Als Gegenfärbung zu den beiden ersteren Methoden diente gelegentlich Eosin oder Orange G. Mit Meyer's Hämalaun erreichte ich nach einstündiger Behandlung der Präparate und nachfolgendem 5 Minuten langem Differenzieren in angesäuertem Alkohol (Alk. 70 Proz., 0,1 Proz. HCl) eine außerordentlich distinkte Kernfärbung. Die erzielten Bilder stehen an Schärfe kaum hinter gelungenen Eisenhämatoxylinfärbungen zurück. Die Methode hat vor der Eisenhämatoxylinfärbung den Vorzug der viel größeren Zuverlässigkeit. Sie gestattet auch eine sehr distinkte Färbung der reifen Sporen, was mir mit Eisenhämatoxylin nur selten gut gelang. Endlich bietet sie noch den Vorteil, daß sie auch direkte Färbung zuläßt. Es wird dadurch möglich die Ergebnisse der regressiven Färbung jederzeit zu kontrollieren.

Karminlösungen in verschiedenen Modifikationen erwiesen sich im allgemeinen als unbrauchbar. Indessen gelang es mit frisch angesetzter Karminlösung nach Blochmann (1 g Karmin, 3 g Aluminiumsulfat, 100 g Wasser) eine, wenn auch nicht sehr distinkte Kernfärbung der Sporen zu erzielen, die insofern wertvoll war, da sie eine Bestätigung der auf anderen Wegen gefundenen Resultate lieferte.

Gearbeitet wurde mit Zeiss Homog. Öl-Immersion $^1/_{12}$, Ok. 3 und Zeiss Apochromat 1,5 mm in Verbindung mit Comp.-Ok. 8 und 12. Herrn Prof. Dr. Prell, Tharandt, der mir in entgegenkommendster Weise sein Apochromat zur Verfügung stellte, möchte ich auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank aussprechen. Ohne das vorzügliche Instrument wäre mir in vielen Fällen eine sichere Entscheidung über feinere Einzelheiten nicht möglich gewesen.

Bezüglich der Anordnung des Textes sei bemerkt, daß ich im Interesse einer zusammenhängenden Darstellung, den Vergleich meiner Resultate mit den Ergebnissen der übrigen Microsporidienliteratur in einem besonderen Abschnitt zusammenfaßte. Nur wo dies zum besseren Verständnis notwendig schien, wurden Hinweise auf die Literatur in den übrigen Teil des Textes aufgenommen.

Die Untersuchung wurde teils im Zoologischen Institut der Universität Tübingen (Winter 1923/24) teils in der Zoologischen Abteilung der Forstlichen Hochschule Tharandt (Sommer 1923) durchgeführt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinen verehrten Lehrern, den Herren Prof. Blochmann, Prell und Vogel, sowie Herrn Dr. Bock für das Interesse, daß sie jederzeit meiner Arbeit

entgegenbrachten und für vielfache technische Ratschläge und Anregungen, durch welche meine Untersuchung wesentlich gefördert wurde, auch an dieser Stelle meinen vorzüglichsten Dank auszusprechen.

II. Historischer Überblick.

Microsporidieninfektionen aus *Gammarus pulex* L. sind bisher von L. Pfeiffer (1895', I u. II) und W. Stempell (1901 u. 1902) beschrieben worden. Pfeiffer hat die von ihm beobachteten Parasiten als *Glugea Mülleri* nov. spec. bezeichnet. Einige der etwas unklaren Angaben dieses Autors, die sich im wesentlichen lediglich auf eine Feststellung des Vorkommens von Microsporidieninfektionen in *Gammarus pulex* beschränken, haben offenbar A. Labbé (1899) veranlaßt, in seinem Sammelwerke die Pfeiffer'sche Benennung in *Plistophora Mülleri* L. Pfr. abzuändern. Stempell, der später eine *Gammarus*-Microsporidie einer eingehenderen Untersuchung unterzog, stellte fest, daß es sich hierbei um eine *Thelohania*-Art handelte. Er identifizierte sie mit den von Pfeiffer beobachteten Parasiten und änderte demgemäß die Pfeiffer'sche bzw. Labbé'sche Bezeichnung in *Thelohania Mülleri* L. Pfr. um. Es erscheint angebracht, im Interesse einer übersichtlichen Darstellung auf diese etwas verwickelten Verhältnisse erst im Anschluß an die Feststellung der Hauptunterschiede der beiden *Gammarus*-Microsporidien näher einzugehen.

Was *Thelohania Mülleri* anlangt, so kann diese Form die gesamte Muskulatur ihres Wirtes befallen. Charakteristisch für sie ist das Vorkommen von acht birnförmigen Sporen im Pansporoblasten, von denen jede einen Längsdurchmesser von ca. 4 μ bei einem Querdurchmesser von 2 μ besitzt. Ihre vegetativen Formen, von Stempell als Meronten bezeichnet, sind nach diesem Autor kleine, unregelmäßige ein- oder mehrkernige Protoplasmakörper, die sich teils durch einfache Zweiteilung, teils durch Knospung vermehren sollen. Aufeinanderfolgende Kernteilungen, mit denen die Teilung des Protoplasmas gleichsam nicht Schritt hält, soll zur Bildung kettenartiger Stadien führen. Der Modus der Kernteilung wird als amitotisch angegeben. Die Sporogonie verläuft nach Stempell in der Weise, daß aus einem ursprünglich einkernigen Stadium, durch sukzessive Kern- und Plasmateilungen ein achtzelliger Körper entsteht, dessen einzelne Zellen sich schließlich abrunden, in die Länge

strecken und zu Sporoblasten werden. Aus ihnen gehen die nach Stempell zweikernigen Sporen hervor. Die Sporen besitzen eine große und kleine Vakuole; letztere liegt am spitzen — dem sog. „vorderen“ — Pol. Sie wird von Stempell als Polkapsel gedeutet. Die Polfadenlänge wird auf 30 μ angegeben.

Bezüglich der übrigen Microsporidienliteratur beschränke ich mich im folgenden auf eine Darstellung jener Punkte, auf die im Verlauf der Arbeit Bezug genommen wird. Eine ausführliche Übersicht über die bisherigen Resultate der Microsporidienforschung zu geben, ist Sache einer zusammenfassenden Arbeit.

Was zunächst den Bau der Microsporidienspore anlangt, so gehen die Ansichten darüber noch auseinander. Übereinstimmung besteht nur insofern, als allgemein angenommen wird, daß dieselbe sich aus drei Komponenten zusammensetzt: dem Amöboidkeim, der Sporenhülle und dem Polfadenapparat.

Die Sporenhülle wird von der Mehrzahl der Autoren als einheitliches Gebilde beschrieben. Thélohan [1]), Mercier (1908a u. b), Léger und Hesse (1907), sowie Schröder (1912) sehen dagegen die Hülle als zweiklappig an. Soweit die Objekte dieser Autoren eine Nachprüfung erfahren haben, hat dieselbe keine Bestätigung der Zweiklappigkeit erbracht. Schuberg (1910) stellt eine solche für Microsporidiensporen ganz in Abrede. Für *Nosema bombycis* Ng. gibt Stempell (1909) an, daß unter gewissen Bedingungen das Heraustreten des Sporeninhalts durch eine Öffnung an einem Ende der Spore stattfindet. Balbiani soll diesen Vorgang direkt verfolgt haben. Bei *Thelohania Mülleri* L. Pfr. und *Nosema anomalum* vermutet Stempell Ähnliches. Im gleichen Sinne äußert sich ferner Trappmann (1923) für die Sporen von *Nosema apis* Zd. Trappmann will bei dieser Microsporidie festgestellt haben, daß die Austrittsöffnung der Sporenhülle, die er als „Micropyle“ bezeichnet, durch einen nach innen eingeschlagenen Verdickungsring eingefaßt ist.

Abgesehen von einigen aberranten Formen (*Coccomyxa morovi*), deren systematische Zugehörigkeit zu den Microsporidien höchst zweifelhaft ist, wird die Lagerung des Amöboidkeims in der reifen Spore für alle in morphologischer Hinsicht eingehender studierten Arten übereinstimmend als ring-, gürtel- oder mufförmig in einem mittleren Teil der Spore beschrieben. Nur Kudo [2]) scheint sich für *Nosema apis* eine besondere Ansicht gebildet zu haben. Er stellt in einem Schema der Spore dieser Form den Keim als rundliche,

[1]) Nach Schuberg 1910.

[2]) Nach Morgenthaler 1922.

an einem Ende der Spore gelegene Protoplasmamasse dar. Für dieselbe Microsporidie geben jedoch FANTHAM und PORTER (1912b) sowie neuerdings TRAPPMANN ebenfalls eine ringförmige Lagerung des Keimes an.

Stets trennt die Amöboidkeimzone eine in der Regel größere „hintere“ von einer kleineren „vorderen“ Vakuole. Die letztere tritt erst nach Behandlung mit Reagentien bzw. im gefärbten Präparat deutlich hervor. WEISSENBERG (1913) äußert daher bei *Nosema anomalum* die Ansicht, daß die vordere Vakuole ein Kunstprodukt vorstellt, das auf Schrumpfung infolge mangelhafter Fixierung zurückzuführen ist. Nach SCHUBERG, STEMPELL, TRAPPMANN u. a. kommunizieren die beiden Vakuolen durch die zentrale Öffnung des Amöboidkeimringes.

STEMPELL vertritt die Ansicht, daß die beiden Vakuolen durch einen dünnen Protoplasmaüberzug ausgekleidet werden und stellt dies in seinen schematischen Abbildungen der Sporen von *Nosema bombycis* (1909) und *Nosema anomalum* (1904) dar. SCHUBERG (1910) bestreitet das Vorkommen einer plasmatischen Wandung bei *Plistophora longifilis* und lehnt das Vorkommen einer solchen auch für andere Microsporidiensporen ab.

Keine Übereinstimmung besteht ferner bezüglich der Angaben über den Polfadenapparat. THÉLOHAN (1894), STEMPELL (1902, 1904, 1909, 1910), MERCIER (1908a, b), LÉGER und HESSE (1907), SCHRÖDER (1909, 1912), KUDO [1]) und einige andere Autoren nehmen das Vorhandensein einer besonderen „Polkapsel“ an, ähnlich wie sie bei den Sporen der Myxosporidien und Actinomyxiden vorkommt. Sie wird, allerdings nur in schematischen Abbildungen, zum größten Teil in der hinteren Vakuole liegend eingezeichnet. In ihr soll der Polfaden in der Ruhe spiralig aufgerollt sein. SCHUBERG (1910) lehnt das Vorhandensein einer besonderen Polkapsel ab. Nach seinen Beobachtungen an *Plistophora longifilis* liegt der Polfaden, in Spiraltouren aufgerollt, den Wandungen der hinteren Vakuole direkt dicht an. Im gleichen Sinne äußert sich OHMORI (1912) für *Nosema bombycis* und MAASSEN (1912) für *Nosema apis*. Auch TRAPPMANN (1923) kann eine besondere, den ruhenden Polfaden umhüllende Polkapselmembran nicht nachweisen. In „etwas schematisierten“ Abbildungen der Spore von *Nosema apis* zeichnet er die einzelnen Fadenwindungen teils in der hinteren, teils in der vorderen Vakuole ein. Dieser Autor bezeichnet die beiden vereinigten Vakuolen als

---

[1]) Nach MORGENTHALER 1922.

Polkapsel. Im Gegensatz hierzu wird von Stempell bei *Thelohania Mülleri*, ferner von Zander (1921) und Fantham und Porter (1912 b) bei *Nosema apis* die vordere Vakuole als Polkapsel angesprochen. Bei Fantham und Porter ist diese Deutung etwas unverständlich, da sie die Windungen des ruhenden Polfadens in ihren Abbildungen in der hinteren Vakuole darstellen.

Übereinstimmend wird angegeben, daß nach Behandlung mit gewissen Reagentien am „vorderen" Sporenpol — nach Schuberg etwas seitlich terminal — ein „Polfaden" austritt. Eine Ausnahme hiervon macht wiederum Kudo [1]). Nach dessen Schema der Spore von *Nosema apis* zu urteilen, müßte bei dieser Form der Polfaden am „hinteren" Pol austreten. Für diese Microsporidie wird jedoch der Austritt des Polfadens von Fantham und Porter sowie Trappmann ebenfalls am vorderen Pol angegeben. Morgenthaler machte für *Nosema apis* wahrscheinlich, daß die Polfadenausschnellung, analog wie bei den Nesselfäden der Cnidarier, durch die Umstülpung eines schlauchförmigen Gebildes zustande kommt. Das der Spore zugekehrte Ende des ausgeschleuderten Fadens wird von den meisten Autoren als etwas verdickt beschrieben. Abgestoßene Polfäden sollen nach Kudo (1913), Stempell (1902), Nemeczek (1911) u. a. an diesem Ende eine kleine knopfartige Verdickung erkennen lassen. Stempell und ebenso Nemeczek deuten sie als leere zusammengeschrumpfte Polkapselmembran. Nach Morgenthaler (1922) soll Kudo nachgewiesen haben, daß Polfaden und Sporenhülle chemisch verschiedenartige Substanzen sind.

Über die Kernverhältnisse der Microsporidienspore sind die widersprechendsten Ansichten laut geworden. Selbst die, für ein und dieselbe Spezies, von verschiedenen Autoren gemachten Angaben gehen hierin weit auseinander. Dieser Umstand läßt erkennen, daß es sich hierbei nicht um artliche Unterschiede handeln kann, wie das von einigen Autoren angenommen wird.

Eine größere Kernzahl, teilweise bis zu sieben, wollen Stempell, Léger und Hesse, Mercier, Schröder, Fantham und Porter für ihre jeweiligen Objekte festgestellt haben. Schuberg, Ohmori, Weissenberg, Maassen und Trappmann hingegen geben für die reifen Sporen, der von ihnen untersuchten Formen, das Vorkommen von einem bzw. zwei Kernen an.

Die Anhänger der vielkernigen Microsporidienspore deuten die Kerne — teils unter ausdrücklicher Berufung auf die Verhältnisse

[1]) Nach Morgenthaler 1922.

bei den Myxosporidien — als Schalen-, Polkapsel- und Amöboidkeimkerne. Schalen- und Polkapselkerne sollen winzig klein, nur schwer erkennbar, und sehr unregelmäßig gelagert sein. SCHUBERG bestreitet das Vorkommen von Schalen- und Polkapselkernen. Der eine, von ihm bei *Plistophora longifilis* beobachtete Kern gehört dem Amöboidkeim an. OHMORI, WEISSENBERG, MAASSEN und TRAPPMANN rechnen die beobachteten ein bzw. zwei Kerne ebenfalls dem Amöboidkeim zu. Nach den Beobachtungen von OHMORI bei *Nosema bombycis* können neben einkernigen auch zweikernige Sporen bei derselben Art vorkommen. Dieser Autor vermutet auf Grund der Einkernigkeit der Sporoblasten, daß die Letzteren aus den Ersteren hervorgehen.

SCHUBERG, der die Angaben der erst erwähnten Autoren über die Kernverhältnisse der Microsporidienspore einer kritischen Prüfung unterzieht, nimmt an, daß diese vielfach gewisse Gebilde mit Kernen verwechselt haben, die er als „metachromatische Körper" beschreibt. Letztere liegen in den Vakuolen und werden nach Größe, Aussehen und Vorkommen als höchst unregelmäßige Gebilde geschildert. Sie sollen mit Kernfarbstoffen vielfach eine ähnliche Färbung annehmen wie der Amöboidkeimkern. Durch besondere Färbereaktionen weist SCHUBERG nach, daß sie mit Kernen nicht identisch sind. Er vermutet, daß es sich dabei um Niederschlagsprodukte des Vakuoleninhalts bei der Fixation handelt. „Metachromatische Körper" werden auch von OHMORI und WEISSENBERG bei ihren Objekten beschrieben.

Aus dem Gesagten geht zur Genüge hervor, daß die Anschauungen über die Morphologie der Microsporidienspore noch weit auseinandergehen. Ich habe daher meine diesbezüglichen Beobachtungen an der mir vorliegenden Form etwas eingehender ausgeführt.

Was die vegetativen Formen anbetrifft, so wurden bis vor kurzem unter den Microsporidien zwei Gruppen unterschieden. Die Vertreter der einen, die PÉREZ (1908) als „Blastogenea" zusammenfaßte, sollten durch das Anwachsen ihrer vegetativen Formen zu umfangreichen Protoplasmakörpern charakterisiert sein, in denen die Sporen durch komplizierte Prozesse — eine Art endogener Knospung — entstehen. Diesen wurden die „Schizogenea" entgegengesetzt, deren vegetative Formen, soweit dieselben bis jetzt bekannt geworden sind, als kleine ein- oder mehrkernige Protoplasmakörper beschrieben werden. STEMPELL bezeichnete sie als Meronten, SCHRÖDER als Schizonten. Die mehrkernigen Stadien sind bei verschiedenen Arten vielfach schlauchförmig.

Nach den Untersuchungsergebnissen von MRÁZEK (1910) und WEISSENBERG (1911, 1921), insbesondere den neuesten Veröffent-

lichungen des letzteren über *Nosema* (*Glugea*) *anomalum*, kann es jedoch keinem Zweifel unterliegen, daß die oben erwähnte Einteilung zu Unrecht bestand. Auch bei *Nosema anomalum*, einer Form, die vielfach als Kronzeuge für die Existenz der „Blastogenea“ in Anspruch genommen wurde, sind die vegetativen Stadien ein- oder mehrkernige kleine mehr oder minder rundliche bis schlauchförmige Gebilde.

Was speziell die vegetativen Formen der Plistophoriden anlangt, so habe ich darüber in der Literatur nur wenige Angaben gefunden. Vaney und Conte (1901) beschreiben bei *Plistophora mirandellae* rundliche Protoplasmakörper mit einer im zentralen Teil gelegenen großen klaren Vakuole. Sie werden als „formes amoeboides“ gedeutet. Ausführlicher wurden vegetative Formen von „*Plistophora periplanetae*“ L. u. Spl. (Perrin 1906; Shiwago 1909), sowie von „*Plistophora gigantea*“ Th. (Swellengrebel 1911) beschrieben. Swarczewsky hat 1914 überzeugend auseinandergesetzt, daß diese beiden Formen nicht den Microsporidien zuzuzählen sind. Sie werden von ihm den Haplosporidien eingeordnet. Es erübrigt sich daher näher auf diese Arten einzugehen. Vegetative Formen einer „*Plistophora*“ aus dem Fettkörper von *Periplaneta orientalis* beschreibt ferner L. Mercier (1908 b). Es ist nicht sicher, ob diese Form mit Swarczewsky's „*Coelosporidium periplanetae* L. u. Spl.“ identisch ist. Nach den von Mercier gegebenen Daten habe ich den Eindruck, daß es sich hier um eine aberrante Form handelt, der durchaus nicht alle Merkmale typischer Microsporidien zukommen.

Die Auffindung der vegetativen Formen einer typischen Plistophoride und die Feststellung ihres Vermehrungsmodus beansprucht nach dem Gesagten einiges Interesse. Nachdem für andere Microsporidien im ganzen eine gewisse Einheitlichkeit bezüglich der Verhältnisse der vegetativen Generation bekannt geworden ist, war auch bei dieser Gruppe Entsprechendes zu erwarten.

Als vegetativer Vermehrungsmodus wird von Stempell für *Thelohania Mülleri* und *Nosema bombycis* einfache Zweiteilung, Knospung oder Vielteilung eines mehrkernigen Stadiums angegeben. Aufeinanderfolgende Kernteilungen, mit denen die Teilung des Plasmakörpers nicht Schritt hält, soll ferner zur Entstehung „rosenkranzförmiger“ oder „perlschnurartiger“ Ketten führen. Nach Ohmori's Auffassung dagegen kommt *Nosema bombycis* ein einheitlicher Vermehrungsmodus zu. Achtkernige, schlauchförmige Gebilde, in denen die Kerne paarweise angeordnet sind, sollen erst in zweikernige und diese dann in einkernige Schizonten zerfallen. Schröder's

Angaben (1909) für *Thelohania chaetogastris* machen im Prinzip Ähnliches für diese Form wahrscheinlich. Ein Anwachsen zu vielkernigen Schläuchen, und ein Zerfall derselben in einkernige „Vakuolenzellen“ wird auch von WEISSENBERG (1913) für *Nosema anomalum* angegeben. Ähnlich wie STEMPELL für *Nosema bombycis* äußern sich FANTHAM und PORTER, sowie TRAPPMANN für *Nosema apis*.

Der in der Schizogonie auftretende Kernteilungsmodus soll nach STEMPELL eine typische Amitose sein. Auch TRAPPMANN spricht von amitotischer Kernteilung, bemerkt jedoch, daß „die beiden sich trennenden Kernhälften nach Art der Tochterplatten der echten Mitose in flachen, plattenförmigen, einander parallelen Chromatinmassen auseinanderweichen“. Direkte Kernteilung beschreibt ferner SCHRÖDER für *Thelohania chaetogastris* und HESSE (1904 b) für *Thelohania legeri*, während PÉREZ (1904) den Vorgang bei *Thelohania moenadis* als typische Mitose schildert.

Soweit bis jetzt bekannt wird im Entwicklungscyclus der Microsporidien die vegetative Entwicklungsphase oder Schizogonie durch die Sporogonie abgeschlossen. Die Vorgänge, die auf die Sporenbildung Bezug haben, verlaufen bei den einzelnen Gruppen verschieden. Bei den *Nosema*-Arten geht nach den Untersuchungen von STEMPELL, OHMORI und TRAPPMANN jede einzelne Spore direkt aus einem Endstadium der Schizogonie hervor. Für *Thelohania* wird meist die Entstehung der Sporoblasten durch sukzessive Kern- und Plasmateilungen eines jungen Sporonten oder Pansporoblasten angegeben. Abweichend hiervon beschreibt PÉREZ (1904) für *Th. moenadis* eine Sporoblastenbildung durch simultanen Zerfall eines ursprünglich einkernigen Sporontenkörpers. Bei *Th. chaetogastris* verläuft der Vorgang nach SCHRÖDER so, daß durch sukzessive Kernteilungen verbunden mit gleichzeitigen Einbuchtungen des Protoplasmas ein rosettenartiger achtkerniger Körper entsteht. Nach nochmaliger Teilung der Kerne soll derselbe in acht zweikernige Sporoblasten zerfallen. Die von HESSE wohl mißverstandenen Verhältnisse bei *Th. Legeri* dürften ähnlich wie bei *Th. chaetogastris* im Sinne SCHRÖDER's zu deuten sein. Entstehung der Sporoblasten durch simultanen Zerfall eines vielkernigen jungen Pansporoblasten in einkernige Zellelemente, vermutet ferner SCHUBERG bei *Plistophora longifilis*.

In schroffem Gegensatz hierzu stehen die Angaben von MERCIER (1908 b) für die nicht näher benannte „*Plistophora*“ aus dem Fettkörper von *Periplaneta orientalis*. Nach seiner Darstellung entstehen die Sporen bei dieser Form durch eine Art endogene Knospung im vielkernigen Pansporoblasten, ein Modus, der bei typischen Micro-

sporidien noch nicht zur Beobachtung gelangt ist. Er findet sich dagegen bei *Coelosporidium periplanetae* L. Spl., die nach Swarczewsky den Haplosporidien zugehört.

Wie über den Bau der reifen Spore, so sind auch über die Entwicklung der Sporoblasten zu definitiven Sporen die entgegengesetztesten Ansichten geäußert worden. Nach Léger und Hesse (1907) sollen bei *Coccomyxa morovi* im Bildungsgang der Spore analog wie bei den Myxosporidien Schalenzellen, Polkapselzelle und Amöboidkeimzelle auftreten. Mercier (1908a) will das Nämliche für *Thelohania Giardi* festgestellt haben. Fantham und Porter deuten ihre Beobachtungen an *Nosema apis* in Anlehnung an die Angaben der französischen Autoren.

Im Gegensatz hierzu kommt Schuberg bei *Plistophora longifilis* zum Ergebnis, daß die Spore direkt aus einem einkernigen Sporoblasten hervorgeht. Das gleiche stellen Ohmori für *Nosema bombycis* und Weissenberg für *Nosema anomalum* fest. Auch Debaisieux (1914)[1]) macht bei *Thelohania varians* keinerlei Beobachtungen über das Auftreten von Schalen- und Polkapselzellen. Eine ähnliche Entstehung der Spore gibt ferner Trappmann (1923) für *Nosema apis* an. Doch soll bei dieser Form der Sporoblast von vornherein zweikernig sein.

Bezüglich des Polfadens nimmt Stempell bei *Nosema bombycis* an, daß er durch einen Einstülpungsprozeß aus der Sporenhülle entsteht. Detailliertere Angaben über die Bildung des Polfadens und der Sporenhülle macht Trappmann. Nach diesem Autor bestehen bei *Nosema apis* die beiden Sporoblastenkerne aus zahlreichen Chromatinkörnchen. Im Verlauf der Entwicklung sollen chromatische Körnchen, die als „echte Chromatinteilchen“ angesehen werden, teils in Plasmastränge der Vakuole einwandern, teils sich der Peripherie des Sporoblasten anlagern und hier zusammen mit dem Cytoplasma an der Ausbildung von Polfaden bzw. Spore beteiligt sein. Debaisieux scheint einen ähnlichen Vorgang bei der Entwicklung der Spore von *Thelohania varians* anzunehmen.

Über sexuelle Phänomene bei den Microsporidien liegen bislang keine sicheren Angaben vor. Mercier und Debaisieux wollen Kernverschmelzung zu Beginn der Sporogonie festgestellt haben. Stempell und Trappmann nehmen einen entsprechenden Vorgang im zweikernigen Amöboidkeim an, nach dessen Ausschlüpfen aus der Spore im Darm eines neuen Wirts.

[1]) Nach Referat von Mulsow.

III. Taxonomie und kurze Charakterisierung der neuen Art.

Das charakteristischste Element der Microsporidien sind die Sporen. Diese zeigen bei der vorliegenden Form in den allgemeinen Bauverhältnissen weitgehende Übereinstimmung mit dem, was von anderen Formen darüber bekannt geworden ist. Eiförmige Gestalt der Sporen, ringförmige Anordnung ihres Amöboidkeims, der eine größere von einer kleineren Vakuole trennt, Besitz eines einzigen Polfadens, intracellulärer Parasitismus sind Eigenschaften, die auch für den vorliegenden *Gammarus*-Parasiten zutreffen. Es handelt sich demnach hier um eine typische Microsporidie. Ich lege Wert auf die ausdrückliche Feststellung dieses Umstandes, da vielfach in der Literatur endoparasitische Protozoen, die diese Merkmale nicht aufweisen, als Microsporidien beschrieben worden sind. Genauere Nachprüfungen solcher Formen haben denn auch in manchen Fällen dazu geführt, sie einer anderen Protozoengruppe einzuordnen.

Nach den zurzeit herrschenden Anschauungen gilt als Unterscheidungsmerkmal der verschiedenen Microsporidiengruppen die Zahl der in einem Pansporoblasten gebildeten Sporen. Diese ist bei dem vorliegenden Parasiten nicht konstant, sondern schwankt innerhalb relativ weiter Grenzen. Es handelt sich demnach hier um einen Vertreter des Genus *Plistophora.*

Von *Thelohania Mülleri* L. Pfr., der zweiten *Gammarus*-Microsporidie unterscheidet sich der Parasit im wesentlichen durch folgende Merkmale:

1. Vorkommen und Verbreitung im Wirtsgewebe: Während *Thelohania Mülleri* L. Pfr. die gesamte Muskulatur von *Gammarus pulex* befallen kann, ist die *Plistophora*-Art auf die Abdominalmuskulatur ihres Wirtes beschränkt. Im Gegensatz zu *Thelohania Mülleri*, deren Infektionen gleichzeitig in zahlreichen Muskelbündeln desselben Wirtes auftreten, ist die *Plistophora*-Infektion auf ein oder wenige Muskelbündel beschränkt.

2. Größe und Gestalt der Sporen: Die birnförmigen Sporen von *Thelohania Mülleri* besitzen einen Maximaldurchmesser von durchschnittlich 4 μ. Die Sporen der *Plistophora*-Art sind eiförmig bis ellipsoidisch. Ihr größter Längsdurchmesser beträgt durchschnittlich 6 μ.

3. Zahl der Sporen im Pansporoblasten: Bei *Thelohania Mülleri* L. Pfr. beträgt die Zahl der in einem Pansporoblasten auftretenden

Sporen sehr regelmäßig 8, wie das bekanntlich für *Thelohania*-Arten charakteristisch ist. Bei der vorliegenden Art unterliegt die Sporenzahl in einem Pansporoblasten großen Schwankungen. Neben 4sporigen Pansporoplasten kommen solche vor, die bis zu 40 Sporen und darüber enthalten.

4. Art der Sporoblastenbildung: Die 8 Sporoblasten gehen bei *Thelohania Mülleri* durch sukzessive Teilung aus dem jungen Pansporoblasten hervor. Bei der vorliegenden Art entstehen zahlreiche Sporoblasten durch simultanen Zerfall eines vielkernig gewordenen jungen Pansporoblasten.

Es dürfte aus alledem zur Genüge hervorgehen, daß es sich hier um eine von *Thelohania Mülleri* durchaus verschiedene Form handelt. Ein Vergleich zweier Präparate der beiden Formen läßt das schon auf den ersten Blick erkennen.

Anscheinend hat L. Pfr. bereits 1895 beide *Gammarus*-Microsporidien vor sich gehabt. Wenigstens berichtet er (1895 I, p. 21): „In den Muskelzellen von *Gammarus pulex* kommt eine *Glugea*, eine Microsporidie [1]) vor, mit mannigfachen Abweichungen der Anpassung bei verschiedener Fangstätte der erkrankten Tiere. Im Papierbach bei Oberweimar sind es die langen Rückenmuskeln, mit ein oder 2—3 großen Schläuchen," ... „im Possenbach kommen zahlreiche zerstreute kleine Schläuche vor". Das stimmt im ganzen recht gut überein mit dem, was man schon bei oberflächlicher Betrachtung von der Verschiedenartigkeit der Infektionen beider Parasiten erkennen kann. Auch Pfeiffer's Angabe über die Häufigkeit des Vorkommens beider Infektionsarten deckt sich im ganzen mit meinen eigenen Beobachtungen in der hiesigen Gegend (1895 II, p. 77): „Im Papierbach bei Oberweimar [2]) ist zirka jedes zehnte Individuum infiziert, in anderen Fluß- und Bachläufen kaum 1 Proz." Dies Verhältnis stimmt ungefähr mit der von mir beobachteten Häufigkeit des Vorkommens von *Plistophora*- und *Thelohania*-Infektionen in der Elsach überein.

Pfeiffer hat jedoch die Verschiedenartigkeit und die nähere systematische Zugehörigkeit der beiden Microsporidien nicht erkannt. Er definierte als „*Glugea Mülleri*" n. sp. eine Microsporidie aus *Gammarus pulex*, deren Sporen in der Zahl von 8, 16, 24 oder 32 im Pansporoblasten auftreten und einen größten Längsdurchmesser von 3—4 μ besitzen sollten (1895 II, p. 75 u. 119).

---

[1]) Im Original fälschlich Myxosporidie.

[2]) Also jenem Fundort, der nach Pfeiffer's Beschreibung des Infektionsbildes, mit *Plistophora* infizierte Gammariden enthalten müßte.

Die Angabe über die Sporenlänge kann sich lediglich auf *Thelohania Mülleri* beziehen, da die Sporen der von mir untersuchten Form einen größten Längsdurchmesser von rund 6 μ besitzen, und dieser keinen größeren Schwankungen unterworfen ist. Ob PFEIFFER's Angabe über die Sporenzahl im Pansporoblasten auf die mir vorliegende Form bezogen werden kann, ist zweifelhaft. Das Schwanken der Sporenzahl deutet zwar auf eine Plistophoride hin. LABBÉ (1899) scheint in der Tat diesen Schluß gezogen zu haben, da er unter Anführung von PFEIFFER's Arbeiten „*Glugea Mülleri* L. PFR.“ als „*Plistophora Mülleri* L. PFR.“ registriert. Ein genaueres Studium der Sporenzahl der von mir untersuchten Form, auf dessen Ergebnis ich später noch näher zurückkomme, hat jedoch gezeigt, daß dieselbe viel größeren Schwankungen unterworfen ist, als das PFEIFFER in seiner Definition angibt. Keinesfalls beträgt die Sporenzahl gesetzmäßig nur 8 oder ein Vielfaches davon. Es ist also nicht ganz sicher, ob sich die Angabe PFEIFFER's auf die vorliegende Art bezieht, oder ob diesem Autor bei der Zählung ein Irrtum unterlaufen ist.

Immerhin läßt sich PFEIFFER's Definition von „*Glugea Mülleri*“ und damit auch LABBÉ's *Plistophora Mülleri* L. PFR., die sich ja auf die PFEIFFER'schen Angaben gründet, sowohl auf STEMPELL's *Thelohania Mülleri* als auch auf eine *Plistophora*-Art beziehen. STEMPELL, der 1902 [1]) eine *Gammarus*-Microsporidie näher untersuchte und dabei offenbar nur eine der beiden Formen in der Hand hatte, änderte die Bezeichnung PFEIFFER's bzw. LABBÉ's in *Thelohania Mülleri* um. Diese Microsporidie hat denn auch unter der STEMPELL'schen Bezeichnung in der Literatur Eingang gefunden. Ich ordne daher die vorliegende Art dem Genus *Plistophora*, zu Ehren meines verehrten Lehrers, des Herrn Prof. Dr. BLOCHMANN, als *Plistophora Blochmanni* n. sp. ein.

Die Synonymieverhältnisse der beiden *Gammarus*-Microsporidien sind demnach folgende:

a) *Thelohania Mülleri.*
   Glugea Mülleri L. PFR. 1895 p.p.
   Plistophora Mülleri (L. PFR. 1895) p.p., LABBÉ 1898.
   Thelohania Mülleri (L. PFR. 1895), STEMP. 1902 em.

b) *Plistophora Blochmanni.*
   Glugea Mülleri L. PFR. 1895 p.p.
   Plistophora Mülleri (L. PFR. 1895) p.p., LABBÉ 1898.

[1]) In der Microsporidienarbeit von 1901 spricht STEMPELL irrtümlicherweise noch von *Plistophora Mülleri*.

IV. Beziehungen zwischen Parasiten und Wirt.

A. Vorkommen und Verbreitung im Wirtsgewebe.

Die äußerlich am lebenden Wirt schon leicht erkennbaren Infektionsherde schimmern als kreideweise, zumeist in der Längsrichtung des Wirtskörpers verlaufende Striche durch den Rückenpanzer der Abdominalsegmente hindurch (Taf. 12 Fig. 1). Wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, handelt es sich bei diesen Infektionen fast ausschließlich um Endstadien aus der Entwicklung des Parasiten. Sie bestehen größtenteils aus Sporen, deren Gesamtheit die infizierte Stelle im auffallenden Licht weiß erscheinen läßt. Meist sind nur ein oder zwei derartige Striche vorhanden. Seltener kommen drei oder mehr in einem Wirtstier vor. Ein gewisses Extrem in dieser Richtung stellt ein nur einmal beobachteter Fall dar, in welchem 12 getrennte Infektionsherde in einem Wirt festgestellt wurden. In sämtlichen beobachteten Fällen waren die Infektionsherde des Parasiten auf die Abdominalsegmente des Wirtes beschränkt.

Mit *Thelohania Mülleri* behaftete Gammariden zeigen ein ganz anderes Aussehen. Auch bei dieser Microsporidie sind die Infektionen schon äußerlich mit unbewaffnetem Auge als gelblich bis weißliche Striche zu erkennen. Diese sind hier jedoch kurz und stets in größerer Zahl vorhanden. Sie sind nicht auf die Abdominalsegmente des Wirtes beschränkt. Die Infektion mit *Thelohania Mülleri* kann, wie das schon Stempell (1902) richtig bemerkt hat, häufig so stark sein, daß sie dem Wirtstier ein scheckiges bis völlig milchweißes Aussehen verleiht. *Plistophora*- und *Thelohania*-Infektionen lassen sich daher am lebenden Wirt schon äußerlich leicht auseinanderhalten.

Präparation unter der Lupe und Untersuchung von Schnittpräparaten lassen erkennen, daß der Parasit auf die Muskulatur beschränkt ist (Taf. 12 Fig. 2—4). Abgesehen von einem einzigen, gleich näher zu besprechenden Fall, habe ich Infektionen anderer Organe oder Gewebe nie angetroffen. Insbesondere erwiesen sich die Geschlechtsorgane stets als parasitenfrei.

In dem soeben erwähnten Ausnahmefall handelte es sich um eine sehr schwache, nur aus einer geringen Zahl von Pansporoblasten bestehenden Infektion eines Abdominalganglions (Taf. 12 Fig. 5). Die Pansporoblasten enthielten bereits mehr oder minder fertig ausgebildete Sporen; diese stimmten nach Größe, Aussehen und ihrer innerhalb des einzelnen Pansporoblasten wechselnden Zahl völlig

mit jenen Sporen überein, die ich sonst nur in der Muskulatur angetroffen habe. Ich nehme daher an, daß es sich hier um dieselbe Microsporidienspezies handelt. Die Art und Weise der Verteilung der Pansporoblasten zwischen den Nervenfasern des Ganglions, die wohlerhaltenen Pansporoblastenhüllen, sowie endlich der Umstand, daß diese Infektionsstelle sich durch mehrere aufeinanderfolgende Schnitte im gleichen Ganglion verfolgen ließ, schließt aus, daß die Sporenmassen beim Schneiden des Paraffinblocks künstlich umgelagert worden sind.

Wie Fig. 5 erkennen läßt, liegen die Pansporoblasten zwischen den Nervenfasern im Ganglion selbst, also an einer Stelle, wo Muskelsubstanz nicht vorkommt. Der Parasit muß sich demnach hier auf Kosten des Nervengewebes ernährt haben, ein Fall, der sonst bei Microsporidien nur von *Nosema Lophii* (R. Weissenberg 1911), sowie *Nosema bombycis* (W. Stempell 1909, Ohmori 1911) bekannt geworden ist. Der geringe Umfang der Infektion, sowie der Umstand, daß trotz sorgfältigen Suchens der Befall des Nervensystems nur einmal beobachtet worden ist, sprechen dafür, daß hier eine abnorme Erscheinung vorliegt. Der Fall ist jedoch insoforn interessant, als er auf eine gewisse Anpassungsfähigkeit des Parasiten bezüglich seiner Lebensweise hindeutet.

Lieblingssitz unter der abdominalen Muskulatur sind jene Längsmuskelbündel, welche etwas seitlich dorsal direkt über dem Darmapparat bzw. den Harnschläuchen in paralleler Richtung mit diesen Organen verlaufen (Taf. 12 Fig. 2 m_1). Die übrigen Muskelsysteme des Abdomens weisen verhältnismäßig selten eine Infektion auf.

Unter der Lupe läßt sich das infizierte Muskelbündel leicht herauspräparieren. Es stellt ein längliches wurstförmiges Gebilde vor, das bei schwacher Vergrößerung mit einem weißlichen Inhalt angefüllt zu sein scheint. Ähnliche Beobachtungen an anderen Objekten haben wohl ältere Autoren veranlaßt diese Gebilde als „Parasitenschläuche" zu bezeichnen. Die größeren dieser „Schläuche" besitzen bei der vorliegenden Form eine Länge von ca. 1—1,2 mm bei einer Breite von ca. 0,3 mm. Wird ein Parasitenschlauch bei der Präparation leicht eingerissen, so entquillt ihm eine trübe weißliche Masse. Bei stärkerer Vergrößerung zeigt es sich, daß sie aus einer Unmenge von Pansporoblasten besteht. Auf diese wird später noch näher eingegangen werden.

Quer- und Längsschnitte durch Infektionsherde lassen erkennen, daß die Gesamtheit der Pansporoblasten durch das Sarcolemma des Muskelbündels zusammengehalten wird. Es bildet eine schlauch-

förmige Hülle um den Infektionsherd (Taf. 12 Fig. 4). Eine besondere Hüllbildung von seiten des Wirtes, wie sie von einer Reihe anderer Microsporidien angegeben wird [1]), fehlt. Einige nur sehr vereinzelt auftretenden Fälle, die ein scheinbar abweichendes Verhalten in dieser Richtung zeigen, werden weiter unten besprochen werden.

B. Pathologische Wirkung.
Einfluß des Parasiten auf das Leben des Wirtstieres.

Die pathologische Veränderung des Wirtsgewebes unter dem Einfluß des Parasiten ist gering und beschränkt sich auf das infizierte Muskelbündel. In diesem ist die Zerstörung bzw. Veränderung der kontraktilen Substanz lediglich auf den von den Parasitenmassen eingenommenen Raum lokalisiert.

Ein mehr oder minder großer Teil des befallenen Muskelbündels ist fast stets von anscheinend noch unveränderten Muskelfasern erfüllt (Taf. 12 Fig. 4 m_2), welchen die dichtgedrängt liegenden Pansporoblasten meist unmittelbar anliegen. Seltener ist zwischen Parasiten und Muskelfasern eine schmale freie Zone anzutreffen. Ich vermute, daß in diesen Fällen eine Schrumpfungserscheinung infolge ungenügender Fixation vorliegt. Besitzt die Infektion nur einen geringen Umfang, so lassen sich einzelne Muskelfasern und Faserzüge zwischen den Entwicklungsstadien der Parasiten verfolgen. Das nämliche ist bei umfangreichen Infektionen an den beiden Enden des Parasitenschlauches der Fall.

Innerhalb des infizierten Bündels liegt das Parasitennest meist an der dem Darmtraktus zugekehrten Seite. Es grenzt hier direkt an das Sarcolemma, während die unveränderte Muskelsubstanz sich in dem Teil des Bündels vorfindet, der vom Darmtraktus abgekehrt ist (Taf. 12 Fig. 2 m_1). Dieses Verhalten scheint mir darauf hinzudeuten, daß die Primärinfektion vom Darmrohr aus erfolgt.

Auf Längsschnitten konnte ich feststellen, daß die erhaltenen Muskelfasern des infizierten Bündels ihre Querstreifung noch besitzen. Vielfach ist selbst bei älteren nur aus Sporen bestehenden Infektionsherden die scheinbar gesunde kontraktile Substanz so stark vertreten, daß der Muskel als Ganzes durchaus den Eindruck macht, als könne er im Haushalt des Wirtsorganismus noch Verwendung finden. Daß die infizierten Flohkrebse nicht die geringsten Beschwerden in ihren Bewegungserscheinungen erkennen lassen, mag damit zusammenhängen.

[1]) Vgl. R. Weissenberg 1911, 1913 und W. Stempell 1904.



Auch die Kerne des befallenen Muskels lassen keine wesentlichen Veränderungen erkennen. Sie scheinen besonders widerstandsfähig gegen die Einflüsse des Parasiten zu sein. Häufig kann man völlig unversehrte Muskelkerne beobachten, die allseitig von den Pansporoblasten des Parasiten umgeben sind (Taf. 12 Fig. $4\,k_{2-4}$). Indessen besitzen diese im Gegensatz zu den länglich gestreckten Kernen normaler Muskelbündel eine mehr rundliche Gestalt. Abgesehen von dieser geringen Formänderung, die wohl lediglich durch den Druck der unmittelbar benachbarten Parasiten verursacht wird, zeigen diese Kerne den völlig normalen Bau und etwa die gleiche Größe der übrigen Muskelkerne. Von einer Hypertrophie des infizierten Gewebes, wie es von verschiedenen anderen Microsporidieninfektionen bekannt geworden ist[1]), kann kaum die Rede sein.

Das gleiche gilt für den oben näher besprochenen Fall der Infektion des Nervensystems. Auch hierbei konnte ich keine tiefgreifende pathologische Veränderung des Wirtsgewebes feststellen.

In jenen Fällen, in denen der Infektionsherd eine relativ große Ausdehnung besitzt, erscheint das von den Parasiten angegriffene Muskelbündel im Querschnitt etwas umfangreicher als der entsprechende Muskel im nicht infizierten Zustand. Fig. 2, ein etwas schräg getroffener Querschnitt durch das Abdomen eines infizierten *Gammarus*, veranschaulicht dieses Verhalten. Das von den Parasiten befallene Muskelbündel m_1 nimmt eine größere Fläche ein als das entsprechende symmetrisch dazu gelegen normale Muskelbündel m_2. Die Volumenvergrößerung ist sicherlich auf die Anwesenheit des Parasiten zurückzuführen. Auf das Befinden des Wirtstieres dürfte sie, abgesehen von einem gewissen Druck, der wohl auf die benachbarten Organe des Wirtstieres ausgeübt wird, kaum einen nennenswerten Einfluß ausüben.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die pathologische Veränderung des Wirtsgewebes durch *Plistophora Blochmanni* im großen ganzen sehr gering ist. Der Parasit weicht in dieser Beziehung wesentlich ab von den Verhältnissen wie sie beispielsweise von *Plistophora longifilis* (SCHUBERG 1910), *Nosema anomalum* und *N. lophii* (WEISSENBERG 1911, 1913, 1921, 1922), den sog. *Myxocystis*-Arten (MRÁZEK 1910) und einigen anderen Formen bekannt geworden sind. In guter Übereinstimmung mit seiner geringen pathologischen Wirkung steht auch die Beobachtung, daß kein auffallender Einfluß des Parasiten auf das Leben des Wirtstieres wahrnehmbar ist.

[1]) Vgl. A. SCHUBERG 1910; O. SCHRÖDER 1909, 1914; R. WEISSENBERG 1911, 1913, 1921, 1922 b, c; A. MRÁZEK 1910.



Gesunde und kranke Flohkrebse verhielten sich in meinen Behältern bei gleicher Behandlung völlig übereinstimmend.

L. Pfeiffer's Angabe (1895 II), daß die mit Parasiten behafteten Tiere in der Gefangenschaft früher zugrunde gingen als die gesunden, trifft für *Plistophora Blochmanni* nicht zu. Sie bezieht sich wahrscheinlich auf *Thelohania Mülleri*, bei der ja vielfach die gesamte Muskulatur des Wirtstieres von Parasitenmassen erfüllt ist. Stempell (1902) lehnt allerdings die Angabe Pfeiffer's auch für *Thelohania Mülleri* ab. Auf Grund eigener Beobachtungen kann ich sie jedoch bestätigen. Mit gesunden Individuen verglichen zeigten stark mit *Thelohania Mülleri* behaftete Flohkrebse eine viel größere Hinfälligkeit. An solchen schwer infizierten Tieren konnte ich von vornherein eine sehr verminderte Beweglichkeit wahrnehmen. In der Gefangenschaft gingen sie meist schon nach wenigen Tagen zugrunde.

C. Einfluß des Wirtsorganismus auf das Leben des Parasiten.

Es wurde bereits erwähnt, daß in sehr vereinzelten Fällen Infektionen zur Beobachtung gelangten, die ein von dem bisher geschilderten abweichendes Verhalten zeigten. Einige Beobachtungen deuten darauf hin, daß die Besonderheiten eine Folge des Einflusses gewisser Wirtselemente sind. Ich gebe daher im folgenden eine gesonderte Beschreibung meiner Wahrnehmungen.

Die in Frage kommenden Wirtstiere lassen äußerlich an der nämlichen Stelle, an welcher im allgemeinen die weißen Parasitenschläuche auftreten, einen dunkelbraunen bis schwärzlichen Strich erkennen. Bei der Präparation erwies sich dieser als eine mehr oder minder harte spröde Masse, die zwischen gesunder Muskulatur liegt.

Die mikroskopische Untersuchung des zertrümmerten Materials zeigte, daß es sich um fest zusammengebackene Sporenhaufen handelt. Die Sporen stimmen nach Größe und Form völlig mit jenen überein, die ich sonst in der Regel beobachtet habe.

Der Inhalt, soweit man im frischen Zustand davon etwas erkennen kann, zeigte bei einer Anzahl Sporen normales Verhalten. Die übrigen, deren Inhalt mehr oder minder degeneriert zu sein schien, waren größtenteils miteinander verklebt. Die verklebten Massen wiesen eine Braunfärbung auf, die scheinbar von einem als Kittsubstanz wirkenden Stoff herrührte.

Eine Bestätigung dieser Befunde ergab die Untersuchung von Schnittpräparaten. Diese ließ folgendes erkennen:

Von muskulöser Substanz, die normalerweise in einem infizierten Muskelbündel dem Parasitenherd stets in größerer oder geringerer

Ausdehnung anliegt, ist nichts mehr wahrzunehmen (Taf. 13 Fig. 6). Trotzdem dürfte es sich auch hier ursprünglich um eine Muskelinfektion handeln, da im Querschnittsbild ein symmetrisch zu diesem Infektionsherd gelegener, völlig gesunder Muskel feststellbar ist. — Die zentralen Partien bestehen aus Sporen, die auch im gefärbten Zustand völlig mit jenen übereinstimmen die ich in der Regel angetroffen habe. Sie sind noch von den mehr oder minder deutlich wahrnehmbaren Pansporoblastenhüllen umgeben. Stets liegt eine wechselnde Zahl von Sporen innerhalb einer Hülle, so daß es sich hier unter Berücksichtigung der auch sonst gleichen Größe und Gestalt der Sporen, zweifellos um einen Infektionsherd von *Plistophora Blochmanni* handelt.

Im Übersichtsbild treten die randlichen Teile des Infektionsherdes stark durch ihre braune Färbung hervor (Taf. 13 Fig. 6 br). Die braunen Partien sind sehr unregelmäßig verteilt, an manchen Stellen ragen sie weiter ins Innere des Infektionsherdes vor, an anderen wiederum treten sie mehr zurück. Bei starker Vergrößerung (Taf. 14 Fig. 38) erkennt man, daß die braune Färbung durch eine etwas granulöse Substanz verursacht wird. Sie füllt in den peripheren Lagen des Infektionsherdes die Zwischenräume zwischen den einzelnen Pansporoblasten aus. Teilweise dringt sie in diese selbst ein und umhüllt die einzelnen Sporen oder Sporoblasten derselben (Taf. 14 Fig. 38 p). Der Inhalt dieser Letzteren macht vielfach den Eindruck, als ob er sich in einem fortgeschrittenen Zerfallszustand befände.

In den äußersten randlichen Lagen endlich ist die braune Substanz durch einen intensiveren Farbton ausgezeichnet. Sie bildet hier stellenweise geradezu eine geschlossene Hülle um den Infektionsherd. Innerhalb dieser äußersten Randlagen sind kleine ovale oder etwas rundliche helle Stellen wahrzunehmen, die den Eindruck von kleinen Hohlräumen machen (Taf. 14 Fig. 38 l). Diese sind etwas größer als die Sporen des Parasiten, stimmen aber bezüglich ihrer Form völlig mit ihnen überein. Räumlich gedacht stellen sie gewissermaßen ein Negativ der Sporen vor. Vereinzelt sind in diesen Hohlräumen noch Andeutungen von Sporenresten zu finden; ich nehme daher an, daß auch die leeren Höhlungen ursprünglich Sporen enthalten haben.

Nach außen wird die braune Zone von einer ein- oder mehrschichtigen Lage großer mehr oder minder spindelförmiger Zellen begrenzt (Taf. 13 Fig. 6 b u. Taf. 14 Fig. 38 b). Der bläschenförmige Bau des großen Kerns deutet auf die Wirtsgewebsnatur dieser Elemente

hin. Ihr Cytoplasma zeigt zuweilen eine etwas faserige Struktur, was mich veranlaßt sie als Bindegewebszellen anzusprechen [1]). Von einem Sarcolemma konnte ich bei Infektionsherden dieser Art nichts feststellen.

Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich in der ganzen Erscheinung einen fortschreitenden Zerstörungsprozeß der parasitischen Komponente erblicke. Zwischen scheinbar völlig normalen Sporen und solchen, die auch nach den üblichen Färbemethoden von ihrem Inhalt nichts mehr erkennen lassen, sind alle Übergänge vorhanden. Ob das Absterben des Parasiten letzten Endes auf Einflüsse des Wirtsorganismus zurückgeht, oder ob es eine normale Erscheinung im Leben des Parasiten vorstellt, ist eine Frage, die sich mit Sicherheit nicht entscheiden läßt.

Man könnte daran denken, daß die Sporen der Vernichtung anheimfallen, wenn sie innerhalb einer gewissen Zeit den Zustand der latenten Ruhe nicht aufgegeben haben, was am Ort ihrer Entstehung selbst nicht möglich ist. Das Ganze ist dann als eine Art Alterserscheinung aufzufassen. Wäre diese Annahme richtig, dann müßten Fälle wie die oben beschriebenen viel häufiger und regelmäßiger auftreten, als es in Wirklichkeit der Fall ist. Auch spricht gegen diese Deutung die Tatsache, daß selbst Sporoblasten, also noch nicht völlig ausgereifte Sporen ebenfalls vernichtet werden.

Der Umstand, daß die braunen Partien — die Teile der am weitest fortgeschrittenen Zerstörung — sich in den peripheren Lagen des Infektionsherdes befinden, spricht mehr zugunsten der Ansicht, daß der Zerstörungsprozeß auf von außen kommende Einflüsse, also wohl Einwirkungen des Wirtsorganismus zurückgeht. Auch das Auftreten einer Bindegewebsschicht, die den ganzen Herd umhüllt, kann in diesem Sinne gedeutet werden. Sie fehlt in normalen Infektionsherden gänzlich.

Vielleicht ist die braune Kittsubstanz ursprünglich ein Sekretionsprodukt dieser Zellen. Sichere Anhaltspunkte für diese Annahme liegen mir jedoch nicht vor.

Ist meine Ansicht richtig, daß die Zerstörung der Sporen durch eine Reaktion des Wirtsorganismus bedingt wird, dann erhebt sich die Frage, weshalb diese Reaktion nicht regelmäßig eintritt. Das völlige Fehlen gesunder Muskelfasern in den braunen Infektionsherden scheint mir eine Andeutung zu ihrer Lösung zu geben.

---

[1]) Ich verdanke Herrn Dr. Bock den Hinweis, daß bei *Astacus* ganz ähnliche Bindegewebselemente auftreten.

Normale Muskelinfektionen enthalten stets noch einen mehr oder minder großen Teil scheinbar gesunder kontraktiler Fasern. Diese machen durchaus den Eindruck, als ob sie noch funktionstüchtig wären. Solche Muskelfasern treten auch noch in infizierten Muskelbündeln auf, in welchen die parasitische Komponente bereits völlig in Sporen umgewandelt ist. Eine weitere Ausbreitung des Parasiten auf Kosten der Muskelsubstanz ist in diesen Fällen nicht mehr möglich. Die Entwicklung der Parasiten ist hier abgeschlossen. Der befallene Muskel ist zwar beschädigt, bleibt aber noch gebrauchsfähig.

Es scheint demnach als ob nur in jenen vereinzelten Fällen, in denen eine völlige Zerstörung der muskulösen Substanz eingetreten ist, die Reaktion des Wirtsorganismus erfolgt. Das für den Wirt nunmehr völlig funktionslos gewordene ehemalige Muskelbündel wird, ähnlich wie etwa ein eingedrungener Fremdkörper vom Bindegewebe abgekapselt.

Nach Auerbach [1]) haben Marchoux, Salimbeni und Simond bei einer *Nosema*-Art aus *Stegomya fasciata* neben normalen Sporen auch braune angetroffen. Letztere sollen degenerierte Elemente des Parasiten sein, die aus farblosen Sporen hervorgehen. Für die Entstehung der farblosen und der braunen Sporen wird ein eigenartiger Entwicklungscyclus angegeben, der es mir fraglich erscheinen läßt, ob es sich hier überhaupt um eine Microsporidie handelt. Ich selbst habe jedenfalls an dem mir vorliegenden Material von dem von den genannten Autoren für ihr Objekt angegebenen Entwicklungsgang der braunen Sporen nichts feststellen können und glaube daher nicht, daß jene eine analoge Erscheinung vor sich gehabt haben.

Dagegen scheint, daß bei den sog. „black spores“ wie sie bei Malariainfektion im Mückenkörper gelegentlich auftreten, ähnliches vorliegt. Brug (1916) vermutet, daß es sich hierbei um eine Abwehrmaßnahme des Wirtsorganismus durch Chitinisierung der Cysten des Parasiten handelt.

Eine „degenerative Veränderung“ der Sporen von *Nosema bombycis* beschreibt ferner Stempell (1909) für Infektionen der Hypodermis der Seidenraupe. Nach Stempell soll der Vorgang kurz folgendermaßen verlaufen: Infolge des Ausfalls normaler Chitinabscheidung durch eine infizierte Hypodermiszelle entsteht über dieser in der Chitincuticula eine kleine Höhlung, in welche die infizierte Zelle nach vollendeter Zerstörung ihres Cytoplasmas durch den

[1]) Auerbach, M.: 1910 a. p. 142.

Parasiten abestoßen wird. Die gesunden benachbarten Hypodermiszellen schließen sich wieder zusammen und beginnen mit normaler Chitinabscheidung. Dadurch soll die „Pseudocyste" schließlich in einen allseitig von Chitin abgeschlossenen Hohlraum zu liegen kommen. Stempell nimmt an, daß die in dem Hohlraum eingeschlossenen Sporen mangels jeder weiteren Sauerstoffzuführung zugrunde gehen. Der ganze Vorgang hat die Entstehung jener braunen Hautflecke zu Folge, die für die Pébrine oder „Fleckenkrankheit" charakteristisch sind.

Der Verlauf des Vorgangs ist hier ein wesentlich anderer, als in den von mir geschilderten Fällen abnormer Gammarusinfektionen mit *Plistophora Blochmanni*. Nur im Endergebnis scheint Übereinstimmung zu bestehen: hier wie dort Zerstörung der Sporen wahrscheinlich durch Einflüsse von seiten des Wirtes. Ob in den von mir untersuchten Fällen auch Sauerstoffmangel der eingehüllten Sporen schuld an ihrer Zerstörung ist, wie das Stempell für sein Objekt annimmt, oder ob irgendwelche chemische Einflüsse anderer Art dem Vorgang zugrunde liegen, vermag ich nicht zu entscheiden.

Mit den Verhältnissen wie sie bei *Nosema anomalum* von Stempell (1904) und Weissenberg (1913, 1921, 1922 a, b) beschrieben worden sind, lassen sich meine Beobachtungen kaum vergleichen. Eine gewisse äußere Ähnlichkeit besteht insofern, als bei älteren *N. anomalum*-Infektionen eine vom Wirtsorganismus abgeschiedene Hüllschicht den Parasitenherd umgibt, die nach außen von einer mehrschichtigen Lage von Bindegewebszellen abgeschlossen wird. Die Infektion selbst betrifft hier eine hypertrophierte Wirtszelle, nach Weissenberg wahrscheinlich eine Leucocytenzelle. In seinen Arbeiten hat Weissenberg es wahrscheinlich gemacht, daß die Reaktion des Wirtsorganismus die Entwicklung des Parasiten eher fördert als sie behindert. Er spricht von „fremddienlichen Reaktionen" des Wirtsorganismus, die zu einer Art „merkwürdiger Symbiose" zwischen Parasit und befallener Wirtszelle führen. Allerdings erwähnt Weissenberg, daß bisweilen regressive Prozesse an den „Cysten" von *N. anomalum* und *N. lophii* vorgehen können. Dies soll in der Weise geschehen, daß kleinzelliges Wirtsgewebe (Wanderzellen) in das Innere der „Cysten" eindringt und dort phagocytisch Sporen aufnimmt. Ich selbst habe keinerlei Beobachtungen gemacht, die bei meinem Objekt auf das Vorkommen derartiger Vorgänge schließen lassen.

Meine Beobachtungen erinnern in einigen Punkten an das was Alverdes (1912) über konzentrisch geschichtete Chitinkörper bei *Branchipus* berichtet. Diese Chitinkörper sollen als anormale

Bildungen gelegentlich in „Fettzellen“ bzw. „Lymphoiden Zellen“ entstehen, und nachdem diese Zellelemente völlig zerstört und für den Körper des Tieres nicht mehr verwendbar sind, sackartig von Lymphzellen umschlossen werden.

Abkapselung von Fremdkörpern im Arthropoden-Organismus durch chitinige Substanzen findet sich im Prinzip — worauf hier nur hingewiesen sei — auch als Reaktion des Raupenkörpers bei der „Trichterbildung“ nach Infektion desselben mit Tachinen-Larven (vgl. PRELL 1915).

V. Morphologie.

A. Pansporoblasten.

Wird ein „Parasitenschlauch“, der einem frisch getöteten *Gammarus* entnommen wurde, vorsichtig in physiologischer Kochsalzlösung zerzupft, so läßt er bei stärkerer Vergrößerung neben einer Anzahl freier Sporen eine Menge bläschenförmiger mehr oder minder kugeliger Körper erkennen. Der Inhalt derselben ist in der Mehrzahl der Fälle deutlich in Sporen differenziert und kennzeichnet diese Gebilde dadurch als Pansporoblasten (Taf. 13 Fig. 10) ihre Größe schwankt. Neben Pansporoblasten, die nur einen Durchmesser von rund 10 μ besitzen, treten solche von 30 μ und darüber auf.

Die Pansporoblasten sind stets von einer schwach lichtbrechenden, leicht zerreißbaren Hülle umgeben. Schon ein geringer Druck auf das Deckglas genügt um die zarte Hülle zum Zerplatzen zu bringen und ihren Inhalt in Freiheit zu setzen. Die entsprechende Hüllbildung bei *Thelohania Mülleri* ist vergleichsweise viel derber. Nach meinen Erfahrungen bedarf es bei dieser Form eines wiederholten kräftigen Druckes auf das Deckglas um den gleichen Effekt zu erzielen.

Auf gefärbten Zupf- und Schnittpräparaten nimmt die Hülle einen meist schwachen Farbton an. Sehr deutlich tritt sie in Erscheinung auf nicht oder nur sehr kurz differenzierten Schnittpräparaten, die nach der Eisenhämatoxylinmethode behandelt wurden (Taf. 13 Fig. 7). Bei schwacher Vergrößerung lassen dann die Infektionsherde ein unregelmäßiges Netzwerk erkennen, dessen einzelne Maschen bald größer, bald kleiner erscheinen. Die Maschen sind mehr oder minder ineinander verzahnt. Stärkere Vergrößerung läßt erkennen, daß die Maschen des Netzwerks aus den zerschnittenen Hüllen der

verschiedenen Pansporoblasten bestehen, die dicht gepackt nebeneinanderliegen. Sie stellen bei der geringen Schnittdicke (3—5 μ) nur einen Ausschnitt der ganzen Pansporoblasten vor. Die dichte Lagerung bewirkt offenbar die gegenseitige Einbuchtung und Verzahnung der Hüllen. Läßt der Druck der Umgebung nach, wie das in Zupfpräparaten der Fall ist, so nehmen die Pansporoblasten naturgemäß eine mehr rundliche Gestalt an. Soweit zwischen den einzelnen Pansporoblasten im Infektionsherd noch kleine Zwischenräume vorhanden sind, erkennt man in diesen ein feines Gerinnsel, daß wohl als Rest zerstörter Muskelsubstanz aufzufassen ist.

Mit anderen Farbstoffen nimmt die Pansporoblastenhülle einen leichten Farbton an. So färbt sie sich ziemlich intensiv rot bei Anwendung von Eosin. Eine ähnliche wenn auch schwächere Färbung wird nach Giemsa erzielt.

Im lebendfrischen Zustand untersucht, zeigt der weitaus größte Teil der Pansporoblasten einen aus einer großen Zahl stark lichtbrechender Körperchen bestehenden Inhalt. Es sind die Sporen des Parasiten (Taf. 13 Fig. 8, 9). Sie liegen mehr oder minder locker innerhalb der sie umhüllenden Membran und lassen öfters eine Brown'sche Molekularbewegung erkennen.

Zuweilen besitzen die innerhalb einer Hülle liegenden Körperchen nur ein schwaches Lichtbrechungsvermögen. Im Zusammenhang mit dem färberischen Verhalten, das diese letzteren auf Zupf- und Schnittpräparaten zeigen, deute ich sie als Sporoblasten.

Neben diesen beiden Arten von Pansporoblasten treten meist sehr vereinzelt auch solche Formen auf, deren im frischen Zustand blaß aussehender Inhalt keine besonderen Differenzierungen erkennen läßt. In einigen Fällen beobachtete ich, daß der schwach lichtbrechende Inhalt derartiger Gebilde die Hüllmembran nicht mehr ganz ausfüllt. Er erscheint von der Membran mehr oder weniger stark zurückgezogen (Taf. 13 Fig. 11). Solche Formen zeigen zuweilen andeutungsweise eine zellige Differenzierung ihres schwach lichtbrechenden Inhalts (Taf. 13 Fig. 16). Unter Berücksichtigung dessen, was derartige Gebilde auf gefärbten Präparaten erkennen lassen, spreche ich sie als junge Entwicklungsstadien von Pansporoblasten an. Auf diese sowie die Sporoblasten wird im Abschnitt über die Entwicklung näher eingegangen.

Die Zahl der in einem Pansporoblasten liegenden Sporen schwankt in beträchtlichem Umfang.

L. Pfeiffer (1895 II) gibt als ein Kennzeichen seiner „*Glugea Mülleri*“ an: „Pansporoblast mit 8, 16, 24 oder 32 Sporen.“ Es

war daher von Interesse die Sporenzahl der mir vorliegenden Microsporidie einer genauen Zählung zu unterziehen. Diese wurde in der Weise vorbereitet, daß die vorsichtig mit einem Pinsel isolierten Pansporoblasten durch sanften Druck aufs Deckglas breitgedrückt, und dergestalt ihre Sporen in eine Ebene gebracht wurden. Die Zählung an 52 beliebig herausgegriffenen Pansporoblasten ergab folgendes:

Pansporoplasten	mit Sporen	Pansporoblasten	mit Sporen
1	4	4	14
2	5	1	15
1	6	14	16
1	7	1	17
7	8	2	20
3	10	3	24
1	11	1	34
5	12	1	40
2	13	1	48 (47?)

Es erhellt hieraus, daß die Sporenzahl viel größeren Schwankungen unterliegt, als es nach Pfeiffer für „*Glugea Mülleri*“ zutrifft. Zwar sind nach meiner Zählung 8 und 16 sporige Pansporoblasten relativ am häufigsten. Doch sind andere nicht durch 8 teilbare Sporenzahlen immerhin so zahlreich vertreten, daß man von einer Gesetzmäßigkeit im Pfeiffer'schen Sinne keineswegs sprechen kann. Das Auftreten nicht durch 4 teilbarer und ungerader Sporenzahlen, deutet bereits darauf hin, daß bei *Plistophora Blochmanni* die Sporoblastenbildung nicht durch sukzessive Kern- und Plasmateilungen erfolgen kann. In der Tat lieferte die Untersuchung der Entwicklung des Parasiten eine Bestätigung dieser Vermutung.

Außer den Sporen lassen die älteren Pansporoblasten sowohl im frischen als auch im gefärbten Zustand keinen weiteren geformten Inhalt erkennen.

B. Sporen.

Im lebendfrischen Zustand in Wasser untersucht erscheinen die Sporen als stark lichtbrechende, kleine Körperchen von eiförmiger bis ellipsoidischer zuweilen etwas bohnenförmiger Gestalt (Taf. 13 Fig. 8, 9). In der Regel läßt sich gegen einen Pol zu eine schwache Verjüngung feststellen, während das andere Ende etwas abgestumpft ist. In Balsam eingebettete Sporen zeigen einen mehr walzenförmigen Umriß und lassen öfters eine quer zur Sporenlängsachse verlaufende ringförmige Einbuchtung erkennen. Diese vom

frischen Zustand etwas abweichende Form dürfte auf eine geringe Schrumpfung bei der Entwässerung zurückzuführen sein. Der optische Querschnitt ist sowohl im frischen Zustand wie im Dauerpräparat kreisrund.

Die Größe der Sporen schwankt in geringen Grenzen. Der Längsdurchmesser beträgt im Durchschnitt 6 μ, der entsprechende Querdurchmesser ca. 3 μ. Die Größenschwankungen der Sporen sind im ganzen so gering, daß eine Unterscheidung von Macro- und Microsporen, wie das bei einer Anzahl anderer Microsporidien geschieht [1]) hier nicht berechtigt ist.

Sehr vereinzelt treten nach Gestalt und Größe von der Norm stark abweichende Sporen auf, wie solche in Taf. 14 Fig. 48 dargestellt sind. Von verschiedenen Autoren [2]) wurde für andere Microsporidien ähnliches beschrieben. Da ein gesetzmäßiges Vorkommen solcher Sporen nicht festgestellt werden konnte, glaube ich ihnen, in Übereinstimmung mit den anderen Autoren keine besondere Bedeutung beilegen zu dürfen.

Frisch in Wasser untersucht lassen die Sporen vom inneren Bau nicht viel erkennen. In jenem Teil, der dem stumpfen Pol zugekehrt ist, fällt stets eine stark lichtbrechende Vakuole auf. Sie erfüllt scheinbar ganz die eine Hälfte des Sporeninneren (Taf. 13 Fig. 8, 9). Der übrige Teil der Spore erscheint schwächer lichtbrechend und läßt in der Regel keine weiteren Einzelheiten erkennen. Gelegentlich habe ich Sporen angetroffen, die schon im ungefärbten Zustand einen dunkleren, quer zur Längsachse verlaufenden Streifen aufwiesen, der eine gegen den spitzen Pol zu gelegene Zone von der großen Vakuole trennt (Taf. 13 Fig. 9). Diese Erscheinung ist besonders an solchen Sporen öfters wahrzunehmen, die längere Zeit in Wasser gelegen hatten.

Es ist in der Microsporidienliteratur üblich, das durch die große Vakuole charakterisierte Ende der Spore als hinteren Pol, das entgegengesetzte, etwas verjüngte Ende als den vorderen Pol der Spore zu bezeichnen. Ich werde der Einfachheit wegen im folgenden diese Unterscheidung beibehalten.

Sporenhülle: Die Sporenhülle ist neben dem Inhalt der großen Vakuole derjenige Teil, welcher die starke Lichtbrechung veranlaßt. Man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man aus Sporen, die sich in einem Tröpfchen physiologischer Kochsalzlösung unter dem Deckglas befinden, durch kräftigen Druck den

[1]) Vgl. A. Schuberg, 1910.

[2]) W. Stempell, 1902, E. Hesse, 1905 und andere.

Inhalt herausquetscht. Nach dieser Manipulation ist vom herausgepreßten Sporeninhalt nur schwer etwas wahrzunehmen. Die Sporenhülle dagegen erscheint als scharf konturiertes Oval, das fast stets am vorderen Pol etwas eingerissen ist. Man erkennt in solchen Präparaten auch, daß die Hülle nur eine relativ geringe Dicke besitzt.

Eine Färbung der Hülle war mit den angewendeten Farbstoffen kaum zu erreichen. Bei Benutzung von Orange G. tritt eine schwache Gelbfärbung ein.

Irgendwelche besondere Differenzierungen sind an der Sporenhülle weder im frischen Zustand noch an gefärbten Präparaten wahrzunehmen. Insbesondere habe ich nie etwas von einer Nahtlinie feststellen können. Doch muß angenommen werden, daß die Hülle etwas seitlich vom vorderen Pol eine besondere Beschaffenheit besitzt, worauf folgende Beobachtung hinweist.

Werden die Sporen des Parasiten im hängenden Tropfen über einer kleinen Bunsenflamme kurze Zeit erwärmt,[1]) so zeigt sich etwas seitlich terminal am vorderen Pol eine kleine scharf umgrenzte, kappenartige Vorwölbung (Taf. 13 Fig. 18, 19). Es ist die nämliche Stelle, an welcher, wie später gezeigt werden wird, der Polfaden zur Ausstülpung gelangt und der Amöboidkeim ausschlüpft. An jener Stelle scheint die Sporenhülle eine etwas weichere Beschaffenheit zu besitzen als in ihren übrigen Teilen. Ich nehme an, daß die durch Erwärmen hervorgerufene Vorwölbung dieser Stelle, durch einen Quellungsvorgang im Innern der Spore bewirkt wird. Mehrere Versuche die Temperaturhöhe, die zu diesem Prozeß erforderlich ist, genau zu bestimmen mißlangen leider.

Verfüttert man Sporen an Flohkrebse und untersucht den Darminhalt nach einigen Stunden, so findet man in demselben stets eine mehr oder minder große Zahl leerer Sporenhüllen (Taf. 13 Fig. 20, 33)[2]). Die unregelmäßige Kontur derselben erscheint seitlich vom vorderen Pol unterbrochen. In günstigen Fällen konnte ich an dieser Stelle eine Öffnung erkennen, deren Ränder etwas eingerissen erschienen. Ich nehme an, daß der ausschlüpfende Amöboidkeim an dieser Stelle die Spore verlassen hat. Einen Zerfall der Hülle in zwei Schalenhälften habe ich niemals beobachten können. Aus dem Gesagten erhellt, daß die Sporenhülle ein einheitliches Gebilde vorstellt.

---

[1]) 1 cm Flammenhöhe, 10 cm Objektabstand, Einwirkungsdauer 1 Minute.

[2]) Vgl. p. 332.

Amöboidkeim: Feinere Einzelheiten des inneren Baues der Spore sind nur an gefärbten und aufgehellten Präparaten zu erkennen. Untersucht man einen Schnitt durch einen beliebigen Infektionsherd, so zeigen die Sporen desselben in Bau und Färbung meist weitgehende Unterschiede. In der Regel liegen gleichartig aussehende Sporen innerhalb ein und derselben Pansporoblastenhülle, ein Umstand der darauf hinweist, daß die Unregelmäßigkeiten durch verschiedene Altersstadien der Sporen bedingt sind. Sie auf Schrumpfungserscheinungen infolge mangelhafter Fixierung zurückzuführen, ist aus dem gleichen Grunde abzulehnen.

Ich beschränke mich im folgenden auf eine Schilderung dessen, was ich vom Bau der reifen Spore ermitteln konnte. Auf die Sporenentwicklungsstadien werde ich später eingehen. Zum Studium des Baues der reifen Sporen wählte ich Infektionen aus, die schon bei äußerlicher Betrachtung am Wirtstier als umfangreiche kreideweiße Striche zu erkennen waren. Teils bediente ich mich dazu auch solcher Sporen, die längere Zeit im Wasser gelegen hatten. Ich tötete zu diesem Zweck einige infizierten Flohkrebse durch Abschneiden des Kopfes, und ließ die Kadaver 14 Tage und länger in fließendem Wasser liegen. Auf diese Weise hoffte ich alle jüngeren Entwicklungsstadien der Sporen zum Absterben bzw. weiter fortgeschrittene zum völligen Ausreifen ihres Inhalts zu bringen. Ich habe diese Versuche bis auf 4 Wochen ausgedehnt, um dabei gleichzeitig eventuell eintretende Veränderungen des Sporeninhaltes bei längerem Aufenthalt der Sporen in Wasser feststellen zu können. Dabei ging ich von dem Gedanken aus, daß unter natürlichen Bedingungen wahrscheinlich eine mehr oder minder lange Ruheperiode der Sporen in Wasser der Infektion eines neuen Wirtes vorangeht. Irgendeine sichtbare Veränderung des Sporeninhaltes ist dabei nicht eingetreten. Die Sporen älterer Infektionsherde und jene die längere Zeit in Wasser gelegen hatten, stimmten untereinander völlig überein.

In der Seitenansicht lassen solche Sporen ein schwach gefärbtes Band erkennen, daß quer zur Längsachse verläuft (Taf. 13 Fig. 26, 27, 30, 31, 32; Taf. 14 Fig. 39—49). Da wo es an die Kontur der Sporenhülle anstößt, sind seine Enden dieser entlang mehr oder weniger stark ausgezogen. Die Breite des querverlaufenden Bandes schwankt; meist beträgt sie schätzungsweise $^3/_4$ μ. Es nimmt bei Hämatoxylinfärbungen je nach dem Differenzierungsgrad einen blaß violetten bis schwärzlichen Farbton an, wird bei Giemsafärbung blau und färbt sich ferner bei Eosin oder Orange G Behandlung

in einem für das Cytoplasma charakteristischen Farbton. Auf Grund des färberischen Verhaltens des Querbandes sowie des Umstandes, daß ein, seltener zwei mit Kernfarbstoffen intensiv gefärbte Körper in ihm auftreten, halte ich es für die protoplasmatische Substanz des Amöboidkeims der Spore. Den in ihm auftretenden chromatischen Körper spreche ich als Kern des Amöboidkeims an. In der Regel ist er in der Einzahl vorhanden; zweikernige Amöboidkeime treten nur sehr vereinzelt auf. Was den Bau des Kernes anbetrifft, so läßt sich an ihm keine besondere Membran feststellen. Seine chromatische Substanz ist äußerst kompakt, seine Gestalt mehr oder minder kugelförmig.

Im Sporenlängsbild trennt die Amöboidkeimbrücke einen vorderen von einem hinteren Sporenabschnitt, deren Inhalt mit den angewendeten Farbstoffen als Ganzes nicht tingierbar ist. Von diesen beiden Vakuolen identifiziere ich die hintere mit jener, die im lebendfrischen Zustand der Spore durch die starke Lichtbrechung ihres Inhaltes auffällt. Die vordere Vakuole ist in frischen Sporen nur vereinzelt andeutungsweise wahrzunehmen. Man kann sie aus diesem Grunde nicht für ein Ergebnis mangelhafter Fixierung ansprechen. Ich habe ihr Auftreten nach sämtlichen angewendeten Fixierungsmitteln feststellen können. Die hintere Vakuole ist in der Regel umfangreicher als die vordere. Sie nimmt die größere hintere Hälfte der Spore ein.

Auf optischen Querschnittsbildern der Sporen läßt sich feststellen, daß der Amöboidkeim, der in der Sporenlängsansicht als querverlaufende Brücke erscheint, in Wirklichkeit der Sporenhülle inwendig ringförmig anliegt (Taf. 14 Fig. 47q). Durch seine zentrale Öffnung kommunizieren die beiden Vakuolen. Meist erscheint auf solchen Bildern jene Stelle des Ringes, in welcher der Kern liegt etwas verdickt. Schuberg's Vergleich einer ähnlichen Anordnung des Amöboidkeims bei *Plistophora longifilis* mit einem Siegelring, kann auch für die vorliegende Form treffend angewendet werden.

Gelegentlich habe ich Sporen beobachtet, wie sie in Taf. 13 Fig. 27 wiedergegeben sind. Die Enden der protoplasmatischen Brücke sind hier von der Kontur etwas zurückgezogen. Ich konnte an solchen Sporen erkennen, daß die ausgezogenen Enden der Brücke sich jederseits in einen zarten Streifen fortsetzen, welche schließlich, die Vakuole umhüllend, zusammenlaufen. Der Amöboidkeim selbst erscheint hier nicht mehr der Hülle dicht angelagert. Diese Bilder, deren Zustandekommen sicherlich auf einen Schrumpfungsvorgang zurückzuführen ist, zeigen, daß das Plasma des ringförmigen Amöboidkeims

in einer dünnen Schicht die Innenseite der Sporenhülle im Bereich der beiden Vakuolen tapetenförmig auskleidet. Ich habe diese Erscheinung auch an Sporen feststellen können, die über 14 Tage im Wasser gelegen hatten und glaube daher nicht, daß diese Verhältnisse auf nicht völlig entwickelte Sporen beschränkt sind. Nach meiner Ansicht kommt die tapetenförmige Auskleidung der beiden Vakuolen auch der reifen Spore zu.

„Metachromatische Körper“: In nicht differenzierten mit Hämalaun gefärbten Präparaten sind zuweilen in der hinteren Vakuole eine Anzahl unregelmäßiger Körper zu erkennen. Sie nehmen eine intensive Färbung an, welche mit jener des Amöboidkeimkerns annähernd übereinstimmt. Bei gut differenzierten Färbungen, die den Kern des Amöboidkeims in aller Schärfe hervortreten lassen, treten diese Körperchen hingegen nicht in Erscheinung.

Die Sichtbarmachung der Gebilde gelingt ferner sehr gut bei Anwendung der Giemsafärbung (Taf. 14 Fig. 39—46). Sie nehmen hierbei einen leuchtend roten Farbton an, wie er für Kerne charakteristisch ist. Bei längerer Einwirkungsdauer der Giemsalösung (6 bis 9 Std.), nach welcher das Protoplasma des Amöboidkeims regelmäßig stark überfärbt ist, sind die Körper meist in einer großen Zahl von Sporen wahrzunehmen. Wenn ich diese Methode auf Sporen anwendete, die 2—4 Wochen in Wasser gelegen hatten, so konnte ich die fraglichen Gebilde in nahezu sämtlichen Sporen zur Darstellung bringen.

In der Regel sind diese Körper auf die hintere, große Vakuole beschränkt, vereinzelt habe ich sie auch in der vorderen Vokuole angetroffen. Ihre Größe und Gestalt ist sehr unregelmäßig. Neben kleinen gerade noch sichtbaren punktförmigen Gebilden, treten auch solche auf, deren Größe jene des Amöboidkeimkernes übertreffen kann. Besonders voluminös sind die Körper oft in Sporen, die Infektionsherden angehören, welche nach der Beschaffenheit ihrer übrigen Komponenten als relativ jugendlich angesprochen werden müssen (Taf. 14 Fig. 39—45). Auf Schnitten durch so beschaffene Infektionsherde konnte ich die Körper schon nach kürzerer Einwirkungsdauer der Giemsalösung sichtbar machen ($^1/_2$ Std.). Es fiel mir öfters auf, daß Sporen, die bezüglich der fraglichen Gebilde übereinstimmendes Verhalten zeigten, in einer gemeinsamen Pansporoblastenhülle lagen, während die Sporen benachbarter Pansporoblasten diese Körper nicht erkennen ließen.

In jenen Sporen, die 2—4 Wochen in Wasser gelegen hatten, besitzen die chromatischen Körper nur geringen Umfang (Taf. 14

Fig. 46). Sie bestehen hier aus einer verschieden großen Anzahl kleiner Körnchen. Ich habe bis zu 13 Stück davon in einer Spore feststellen können.

Die Verbreitung dieser Gebilde innerhalb der Vakuole läßt in der Regel keine besondere Gesetzmäßigkeit erkennen. In einzelnen Fällen scheint sie mit der Lagerung des ruhenden Polfadens in gewisser Beziehung zu stehen, worauf noch zurückzukommen sein wird. Die Körper liegen teils in der Vakuole selbst, teils erscheinen sie ihrer Wandung angelagert.

Die Unregelmäßigkeit des Auftretens und der ganzen Erscheinung dieser Gebilde, sowie der Umstand, daß sie bei der Anwendung gewisser Färbemethoden, die den zweifellos echten Kern des Amöboidkeims deutlich hervortreten lassen, völlig fehlen, weist nach meiner Auffassung darauf hin, daß es sich hier nicht um Kerne handelt. Ich nehme an, daß die Körper mit jenen Gebilden identisch sind, die Schuberg bei *Plistophora longifilis* als „metachromatische Körper" beschrieben hat (1910).

Wie die fraglichen Gebilde zu deuten sind, vermag ich nicht zu entscheiden. Der Umstand, daß sie in Sporen, die jungen Infektionen angehören, im allgemeinen voluminöser sind als in älteren, scheint darauf hinzuweisen, daß diese Elemente bei der Entwicklung der Spore eine Rolle spielen. Auch die Tatsache, daß vielfach nur die Sporen ein und desselben Pansporoblasten diese Körper aufweisen, während sie in jenen der benachbarten Pansporoblasten fehlen, kann in diesem Sinne gedeutet werden.

Gegen diese Auffassung spricht jedoch die Beobachtung, daß die fraglichen Körper — wenn auch weniger umfangreich — in älteren gelagerten Sporen, deren Entwicklung zweifellos beendet ist, noch feststellbar sind. — Ich muß die Frage nach der Bedeutung dieser Gebilde einstweilen noch offen lassen.

Polfaden: Ziemlich regelmäßig tritt nach Anwendung der verschiedenen Färbemethoden, besonders deutlich in schwach differenzierten Eisenhämatoxylinpräparaten, in der vorderen Vakuole ein intensiv gefärbtes Körperchen auf, das ich wegen seiner gesetzmäßigen Lagerung nicht mit den soeben geschilderten „metachromatischen Körpern" identifiziere (Taf. 13 Fig. 30—32; Taf. 14 Fig. 49). Wie diese nimmt es je nach der angewandten Methode einen Farbton an, der mit jenem des Amöboidkeimkernes etwa übereinstimmt.

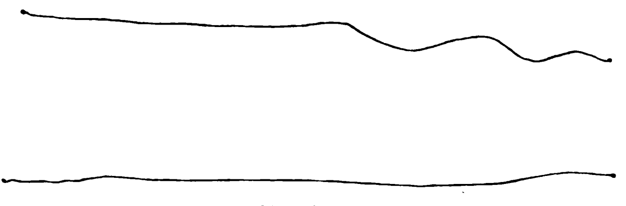
Im Gegensatz zu der unregelmäßigen Lagerung der „metachromatischen Körper" liegt es jedoch stets der inneren Wandung



der Hülle an und zwar etwas seitlich vom vorderen Pol der Spore. Ich bezeichne es daher im folgenden der Kürze wegen als Polkörper. In den kreisförmigen optischen Querschnittsbildern der Spore läßt der Polkörper eine etwas exzentrische Lage erkennen. Die Stelle stimmt überein mit jener, an welcher bei gelinder Erwärmung der Spore eine Vorwölbung der Hülle eintritt und an der der ausgeschleuderte Polfaden ansitzt.

In zahlreichen Fällen konnte ich feststellen, daß der gegen das Sporeninnere zu sich etwas verjüngende Polkörper in einen Streifen ausläuft, der die vordere Vakuole meist schräg durchzieht (Taf. 14 Fig. 47, 49; Taf. 13 Fig. 30, 31). Häufig läßt sich dieser Streifen bis in die hintere Vakuole hineinverfolgen, die er in einigen Fällen ganz durchsetzt.

Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich den Streifen als das eine Endstück des Polfadens anspreche. Den Polkörper halte ich für eine etwas verdickte Stelle, mit welcher das Polfadenende an der inneren Sporenwandung ansitzt. Eine solche Verdickung eines Polfadenendes konnte ich auch an ausgeschnellten und abgestoßenen Fäden feststellen (Textfig. A). Aus diesem Grunde kann nach meiner Ansicht dieses Gebilde nicht als Kern aufgefaßt werden, zumal es bei stärkerer Differenzierung, die den echten Sporenkern noch deutlich hervortreten läßt, meist nicht mehr wahrzunehmen ist.



Textfig. A.

Eine distinkte Färbung der übrigen Polfadenteile ist mir an älteren und ausgereiften Sporen nicht gelungen.

Giemsalösung läßt — längere Einwirkungsdauer der Farblösung vorausgesetzt — zuweilen eine größere Zahl undeutlicher, quer zur Längsachse der Spore verlaufender, paralleler Streifen erkennen, die im Bereich der hinteren Vakuole liegen. Sie liegen der Sporenhülle dicht an. Gelegentlich zeigen nach dieser Methode behandelte Sporen eine Anordnung der metachromatischen Körper in parallelen Linien, die quer zur Sporenlängsachse verlaufen (Taf. 14 Fig. 46). In der Verbindungslinie der einzelnen Körner liegen bisweilen Stücke paralleler Streifen.

Während bei Anwendung der Giemsamethode Querstreifen auch in älteren und gelagerten Sporen festzustellen sind, konnte ich sie nach Anwendung der Hämalaunmethode nur in Sporen wahrnehmen, die ich nach ihrer übrigen Beschaffenheit als nicht völlig entwickelt ansehe. In diesen waren sie zuweilen überraschend deutlich zu sehen (Taf. 16 Fig. 71, 72). Sporen, die bereits eine deutliche Hülle ausgebildet hatten, ließen davon kaum etwas erkennen (Taf. 16 Fig. 73—75). Die Beobachtung desselben Objekts in verschiedenen optischen Ebenen zeigt, daß die Streifen ringförmig im Inneren der Spore verlaufen und der Vakuolenwandung dicht anliegen. Auch bei Hämalaunfärbung fand ich sie stets auf die hintere Vakuole beschränkt.

Ganz ähnliche Bilder wie die soeben beschriebenen, erhielt man bei Zusatz eines Tropfens Pikrinsäure-Eisessig zu einem frischen Zupfpräparat (Taf. 13 Fig. 12—14). Amöboidkeim und Querstreifen nehmen dabei einen gelblichen Farbton an.

Soweit ich feststellen konnte, ist die Zahl der parallelen Querstreifen, wie sie nach den verschiedenen Methoden wahrnehmbar gemacht werden können, nicht konstant. In Fällen in denen sie deutlich hervortraten, konnte ich 5—9 solcher Streifen zählen. Sind sie in größerer Zahl vorhanden, so ist eine genaue Zählung in Anbetracht der geringen Größe des Objekts und der dichten Lagerung der Streifen nicht möglich.

Nach Beobachtungen, die ich an ausgeschnellten Polfäden in frischem Zustand gemacht habe, läßt sich mit Bestimmtheit sagen, daß der ruhende Polfaden in Spiralwindungen aufgerollt ist. Nach denselben Beobachtungen ist die Zahl der Windungen in verschiedenen Sporen wahrscheinlich nicht konstant, sondern schwankt zwischen 6—12 und darüber.

Nach diesen Ergebnissen halte ich die in der ruhenden Spore beschriebenen Querstreifen für die Windungen der Polfadenspirale. 12 und mehr Streifen habe ich allerdings nicht feststellen können. Es ist daher möglich, daß die einzelnen Streifen mehrere, dicht nebeneinander liegende Windungen der Spirale umfassen, wie das auch schon von Schuberg bei seinem Objekt angenommen wurde (Schuberg, A. 1910)[1].

Von einer besonderen Membran, die innerhalb der Spore die Polfadenspirale umhüllt, habe ich nichts feststellen können. Zahlreiche zu ihrem Nachweis angestellten und weitgehend modifizierten

[1]) Schuberg ist auf rechnerischem Wege zu diesem Ergebnis gekommen.

Versuche lieferten sämtlich kein Ergebnis. Nach meiner Ansicht ist eine besondere „Polkapsel“, wie sie bei Myxosporidien und Actinomyxiden auftritt, bei der von mir untersuchten Microsporidie nicht vorhanden. Auf Grund meiner Beobachtungen nehme ich an, daß die Windungen der Polfadenspirale der Sporenhülle bzw. dem protoplasmatischen Wandbelag derselben im Bereich der hinteren Vakuole direkt anliegen.

Der ausgeschleuderte Polfaden: Über die Möglichkeit, die Sporen von *Plistiphora Blochmanni* zum Ausschnellen ihres Polfadens zu veranlassen, ist bereits berichtet worden [1]).

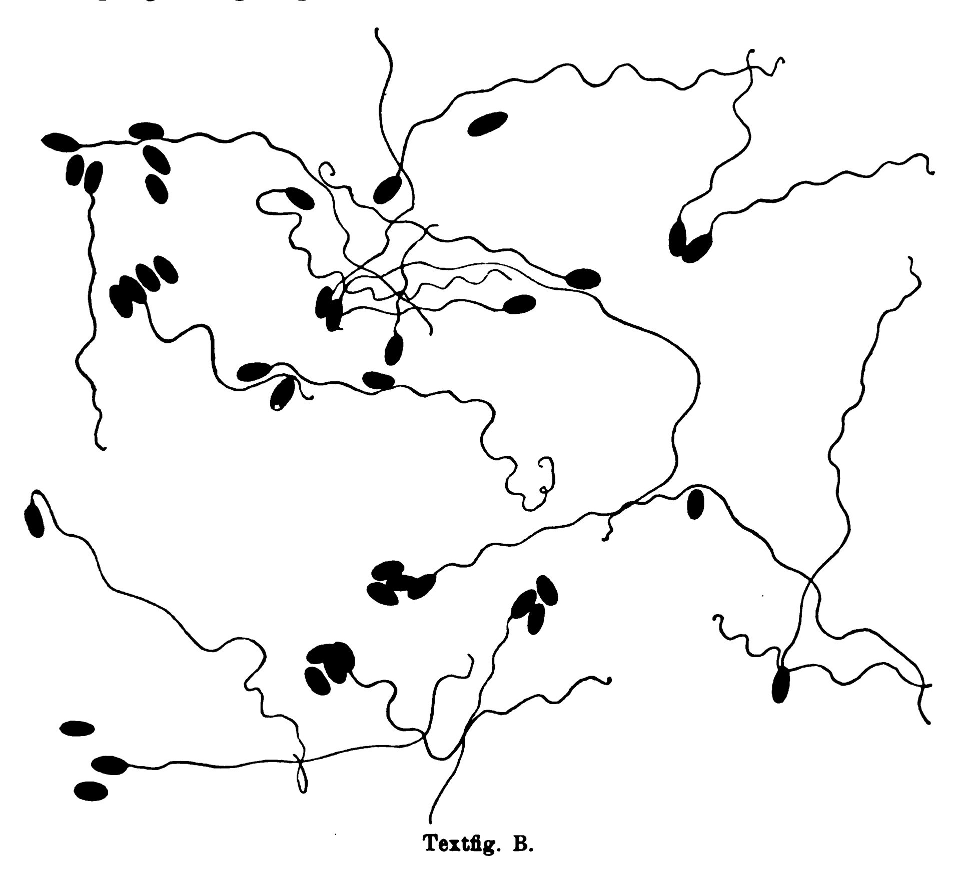
Bei Zusatz chemisch wirksamer Agentien zeigt nur ein Teil der angefertigten Präparate Sporen mit ausgeschnellten Polfäden. In den gelungenen Präparaten tritt bald ein größerer, bald ein geringerer Prozentsatz solcher Sporen auf. Ich vermute, daß die übrigen sich in einem Zustand unvollständiger Reife befinden, in dem sie auf chemische Reize noch nicht reagieren. Es ist kaum anzunehmen, daß in ihnen der Polfaden noch nicht ausgebildet ist, da durch Anwendung mechanischen Druckes bei fast sämtlichen Sporen der Austritt des Fadens erzwungen werden kann.

Zum Studium feinerer Einzelheiten am ausgeschnellten Polfaden ist die letztere Methode im ganzen wenig geeignet. Die Fäden erscheinen nach dieser gewaltsamen Manipulation vielfach zerrissen und ineinander verknäuelt. Das Verfahren, nach Färbung mit Magentarot die Polfäden antrocknen zu lassen und dann einzubetten, liefert zwar sehr demonstrative Bilder (Textfig. B), die zu Längenmessungen gut benutzt werden können, ist aber für genaue Beobachtungen auch nicht brauchbar. Ich bediente mich daher zu diesem Zweck solcher Präparate, in denen ich den Austritt des Polfadens durch chemisch wirksame Stoffe veranlaßt hatte, und beobachtete den ausgetretenen Faden frisch im hängenden Tropfen.

Den Vorgang der Polfadenausschnellung direkt zu verfolgen, ist mir nicht gelungen. Der ausgeschleuderte Polfaden sitzt nicht ganz terminal an dem sich verjüngenden Ende der Spore, also am vorderen Sporenpol an (Taf. 13 Fig. 15, 21). Das der Spore zugekehrte Endstück des Fadens ist schwach verdickt, der übrige Teil besitzt einen geringen, dem ganzen Fadenverlauf entlang schätzungsweise gleichbleibenden Durchmesser. An dem von der Spore abgekehrten Ende ist bei Zusatz von Methylenblau vielfach ein kleiner intensiv gefärbter Punkt zu erkennen (Textfig. C). Ich halte diesen unter

[1]) Vgl. S. 264.

Berücksichtigung der Beobachtungen MORGENTHALER's (1922) an *Nosema apis* für einen ausgetretenen Sekrettropfen. Nach diesem Autor, der angibt den Ausstülpungsprozeß des Polfadens direkt beobachtet zu haben, tritt am Ende des Fadens nach vollendeter Ausstülpung eine geringe Sekretmasse aus.



Textfig. B.

Häufig lassen die ausgeschnellten Fäden im frischen Zustand deutlich eine größere Zahl von Spiralwindungen erkennen (Textfig. C) [1]). Dies deutet darauf hin, daß der Polfaden in der ruhenden Spore ebenfalls in Spiralwindungen aufgerollt ist. Nach meinen Beobachtungen an ausgeschleuderten Polfäden im frischen Zustand sind

---

[1]) Textfig. B ist nach einem Dauerpräparat hergestellt, das durch Antrocknen gewonnen wurde. Da hierbei Zerrungen und geringe Lageveränderungen infolge Schrumpfung unvermeidlich sind, läßt sie diese Verhältnisse nicht mehr deutlich erkennen.

die Amplituden der einzelnen Spiraltouren gleich groß. Der ruhende Polfaden dürfte demnach in Form einer einfachen Spirale gelagert sein. Die Zahl der Windungen schwankt. Am häufigsten treten 6—12 Spiraltouren auf. Gelegentlich habe ich bis zu 15 derselben zählen können. Eine entsprechende Zahl von Windungen dürfte jeweils der ruhenden Polfadenspirale zukommen (vgl. p. 297).

In Übereinstimmung mit der verschiedenen Anzahl von Windungen bei den einzelnen Fäden, ist auch die Länge der ausgeschleuderten Polfäden ganz verschieden. Die größte gemessene Länge betrug 145 μ. Meist schwankt dieselbe zwischen 70 und 120 μ. Den Messungen wurden die mittels Zeichenapparat in eine Ebene projezierte Wellenlinie zugrunde gelegt. Dabei konnte naturgemäß der Umstand nicht berücksichtigt werden, daß der Faden in Wirklichkeit eine Spirale vorstellt. Die tatsächliche Länge der verschiedenen gemessenen Polfäden dürfte demnach noch erheblich größer sein. Ich glaube nicht, daß die kürzeren Polfäden stets auf unvollständige Ausschnellung zurückzuführen sind. Den blau gefärbten Punkt, den ich im Hinblick auf die Beobachtungen Morgenthaler's als Zeichen völliger Ausstülpung auffasse, habe ich sowohl an längeren wie auch an kürzeren Polfäden feststellen können. Zudem lassen auch von der Spore ganz abgestoßene Fäden verschiedene Längen erkennen. Ich glaube daher, daß die Polfadenlänge der Microsporidienspore keine konstante, für die einzelne Art charakteristische Größe ist. Die vielfach voneinander stark abweichenden Messungsergebnisse, die eine Reihe von Autoren für dieselben Microsporidienarten angeben [1], dürften zum Teil hierauf zurückzuführen sein.

Textfig. C.

In jenen Präparaten, die mit chemisch wirksamen Agentien behandelt wurden, wird der ausgeschleuderte Polfaden früher oder später von der Spore ganz abgestoßen. 1—2 Tage nach dem Ansetzen solcher Präparate sind meist einige freie Fäden zu sehen. Nach Anwendung mechanischen Druckes konnte die völlige Abstoßung des Polfadens auch sofort erzielt werden.

Die abgestoßenen Polfäden lassen bei Zusatz von Methylenblau an einem Ende einen kleinen, intensiv blau gefärbten Punkt erkennen. Das entgegengesetzte Ende ist vielfach durch eine kleine knopfartige Verdickung ausgezeichnet, die sich ebenfalls stark blau färbt (Textfig. A).

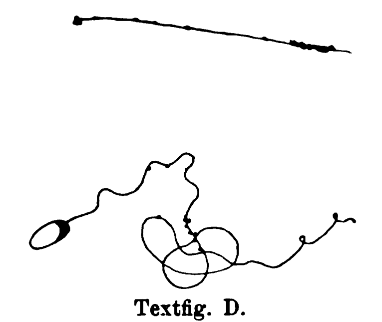
[1]) Vgl. Kudo, R. 1913 und Morgenthaler, O. 1922.

Unter Berücksichtigung meiner Beobachtungen über das Auftreten des blauen Punktes am Ende ausgeschleuderter Polfäden halte ich dieses an den abgestoßenen freien Polfäden für das distale, das entgegengesetzte, durch die knopfartige Verdickung ausgezeichnete für das proximale, ursprünglich der Spore zugekehrte Ende. Ich glaube nicht fehlzugehen, wenn ich annehme, daß die knopfartige Verdickung mit dem früher beschriebenen „Polkörper" identisch ist (vgl. S. 296). Ich habe dort meine Ansicht begründet, daß das eine Polfadenende mit diesem Körper an der Sporenhülle ansetzt. In der ruhenden Spore muß das entgegengesetzte Ende logischerweise frei im Innern der Spore auftreten. Nach der Ausschleuderung erscheint dieses letztere von der Spore abgekehrt, das durch die Verdickung ausgezeichnete Ende der Spore zugekehrt. Es hat somit während des Ausschnellungsprozesses eine Umkehrung der Lagebeziehungen der beiden Enden in bezug auf den vorderen Sporenpol stattgefunden. Das Zustandekommen dieser Umkehrung kann nur dadurch erklärt werden, daß der Polfaden als schlauchförmiges Gebilde aufgefaßt wird, das bei seiner Ausschleuderung eine Umstülpung erfährt. Dies nötigt ferner zu der Annahme, daß die knopfartige Verdickung bzw. der Polkörper eine zentrale Durchbohrung besitzt. Im Hinblick auf die Verhältnisse bei den Nesselkapseln der Cnidosporidien ist bisher dem Microsporidienpolfaden eine schlauchförmige Beschaffenheit allgemein zugeschrieben worden. Eine direkte Beobachtung jedoch, die nur in diesem Sinne gedeutet werden kann, liegt nur von Morgenthaler für *Nosema apis* vor (1922).

Über die Bedeutung des Polkörpers kann ich mich nur vermutungsweise äußern. In der ruhenden Spore liegt er an jenem Punkt, an welchem später der Faden austritt. Er scheint hier gleichsam einen Verschluß zu bilden. Es ist ferner nicht unwahrscheinlich, daß von außen kommende chemische Reize die Spore an dieser Stelle zuerst beeinflussen. Möglicherweise kommt dem fraglichen Gebilde eine besondere Reizbarkeit in dieser Richtung zu. Die knopfartige Verdickung dürfte ferner ein vorzeitiges Abgleiten der Spore vom ausgeschleuderten Faden verhindern.

In frischen Polfadenpräparaten, die mit Detritus durchsetzt waren, konnte ich öfters beobachten, daß kleine Klümpchen davon dem Polfaden dicht anlagen. Wurde durch mechanische Erschütterung des Objektträgers der Faden etwas bewegt, so machten diese Gebilde diese Bewegung mit und blieben fest an ihm haften (Textfig. D). Ich schließe daraus, daß die Oberfläche des ausgeschleuderten Polfadens eine klebrige Beschaffenheit besitzt, eine Eigenschaft, die

vielleicht einen Hinweis auf die biologische Bedeutung des Fadens bildet. Soweit ich aus der einschlägigen Literatur ersehe, wird dem Polfaden der Microsporidien allgemein die Funktion zugeschrieben, zur Fixierung der Spore im Darm eines neuen Wirtes zu dienen. Diese Auffassung liegt durchaus im Sinne meiner obigen Beobachtung.



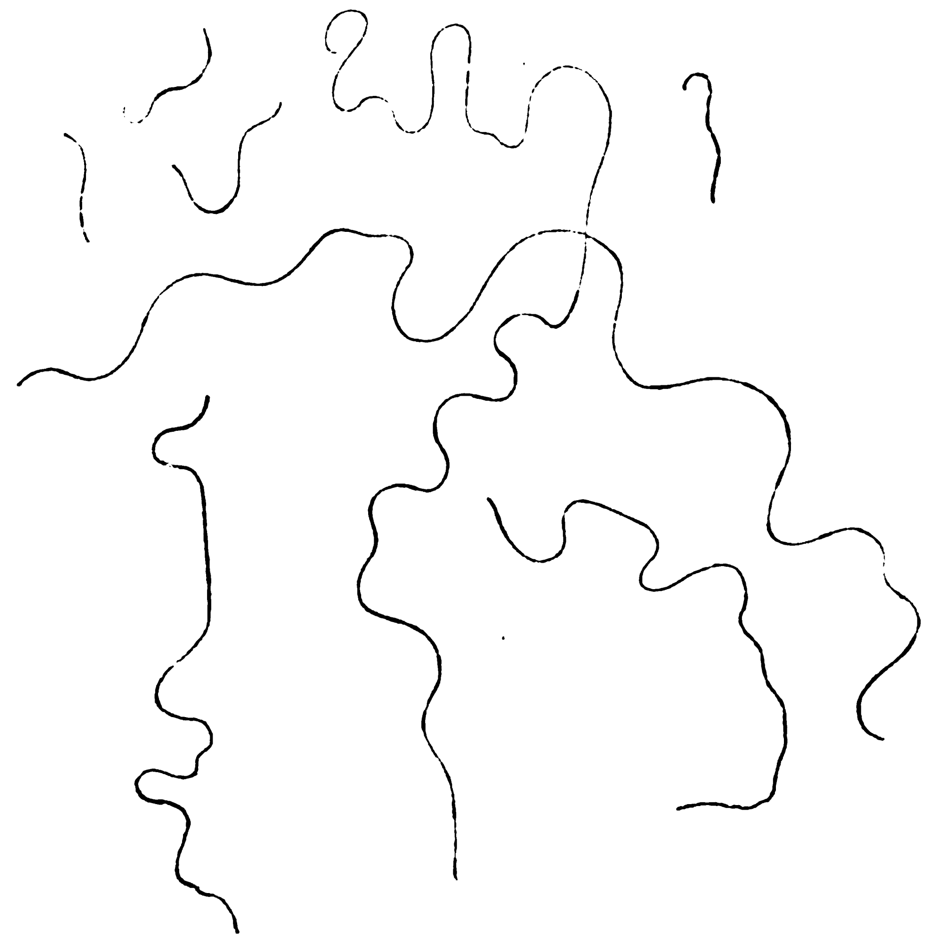
Textfig. D.

Bei Verdauungsversuchen mit Trypsin sind die ausgeschleuderten Polfäden nach 24 Stunden vollständig verdaut, während die leeren Sporenhüllen unverändert bleiben. Eine Auflösung der letzteren findet auch bei längerer Einwirkung der Trypsinlösung nicht statt. Diese Versuche wurden mehrmals stets mit demselben überzeugenden Ergebnis wiederholt. Es erhellt hieraus, daß Polfaden und Sporenhülle aus chemisch verschiedenartigen Substanzen bestehen.

Ausgeschleuderte Polfäden, die im hängenden Tropfen mehrere Tage nach der Anfertigung des Präparates untersucht werden, zeigen vielfach ein eigentümliches Verhalten. Der Polfaden erscheint an den in Betracht kommenden Stücken nicht mehr optisch homogen zu sein. Im Verlauf der Fadenlinie lassen sich Stücke mit größerem und geringerem Lichtbrechungsvermögen unterscheiden (Textfig. E). Die abwechselnd aufeinanderfolgenden Abschnitte lassen bezüglich ihrer Länge und gegenseitigen Anordnung keinerlei Gesetzmäßigkeit erkennen. In den nämlichen Präparaten treten ferner zahlreiche kleine, stäbchenförmige Gebilde auf, die in ihrer Gestalt stark an Bakterien erinnern. Die Größe der einzelnen Abschnitte ist auch bei diesen durchaus verschieden. Die Art und Weise ihrer Anordnung erinnert an die Wellenlinie ausgeschleuderter Polfäden. Zwischen diesen voneinander getrennten Stücken und jenen Polfäden, die in ihrem Verlauf Abschnitte von optisch verschiedenartigem Verhalten zeigen, konnte ich zahlreiche Übergänge feststellen. Dieses Umstandes wegen dürfte die ganze Erscheinung als ein Zerfallsvorgang zu deuten sein.

Es ist mir nicht gelungen, am Polfaden oder der Spore irgendeine Differenzierung festzustellen, die für die physikalischen Kräfte, welche dem Ausstülpungsprozeß zugrunde liegen, namhaft gemacht werden könnte. Vielfach ist der Sporenumriß nach der Ausschleuderung des Polfadens etwas abgerundet; die Spore selbst erscheint

etwas aufgetrieben (Taf. 13 Fig. 15, 21). Sie erweckt den Eindruck, als habe ihr Querdurchmesser auf Kosten des Längsdurchmessers zugenommen. Genaue Messungen sind bei der geringen Größe des Objekts nicht möglich. Es kann diese Erscheinung vielleicht als Folge einer Druckerhöhung im Innern der Spore während des Aus-



Textfig. E.

stülpungsvorganges gedeutet werden. Druckerhöhung, hervorgerufen durch Quellungserscheinungen des Sporeninhaltes, wird von der Mehrzahl der Autoren als Energiequelle für die Polfadenausstülpung angenommen.

In den Sporen mit ausgeschleudertem Polfaden befindet sich der Amöboidkeim im vorderen Sporenabschnitt. Er liegt hier der

Hülle meist dicht an. Im lebendfrischen Zustand ist an dieser Stelle ein Streifen schwach lichtbrechender Substanz zu erkennen. Der übrige Teil der Spore zeigt keinen weiteren Inhalt, nur die Kontur der Hülle tritt scharf hervor. In gefärbten Dauerpräparaten mit feuchter Vorbehandlung (Eisenhämatoxylin) sind diese Verhältnisse noch deutlicher zu erkennen.

C. Schizonten.

Infektionen, die schon bei äußerer Betrachtung am infizierten Wirtstier erkennbar sind, enthalten nur ältere Entwicklungsstadien. In ihnen treten die Sporen des Parasiten auf, die wegen ihres starken Lichtbrechungsvermögens in ihrer Gesamtheit den Herd makroskopisch sichtbar machen. Das Fehlen solcher Elemente in jugendlichen Infektionen, die sich aus vegetativen Formen zusammensetzen, ist Ursache, daß diese bei äußerer Betrachtung nicht erkannt werden können. Aus diesem Grunde bereitete die Auffindung der vegetativen Formen nicht unerhebliche Schwierigkeiten. Hierzu standen zwei Wege zur Verfügung: einerseits die Anstellung künstlicher Infektionsversuche, andererseits das systematische Durchsuchen der Abdomina von Flohkrebsen, die von dem in Betracht kommenden Fundort stammten.

Während jedoch die Infektionsversuche sämtlich erfolglos blieben, führte der zweite etwas langwierigere Weg zum Ziel. Praktisch wurde dabei so vorgegangen, daß die Abdomina einer größeren Zahl von Bachflohkrebsen, die äußerlich keine Infektion erkennen ließen, fixiert, eingebettet und in Schnittserien zerlegt wurden. Von den einzelnen Serien wurde aufeinanderfolgend jeder 20. Schnitt auf einem Objektträger vereinigt, und diese dann nach den üblichen Methoden weiterbehandelt. Auf diesem Wege gelang es, zwei junge Infektionsherde in zwei verschiedenen Wirtstieren aufzufinden, die über die Schizogonie des Parasiten Aufschluß gaben. Von den beiden Wirten war der eine ein jugendliches Tier von ca. 8 mm Länge, der andere ein ausgewachsenes Exemplar. Hieraus geht hervor, daß die vegetative Generation des Parasiten nicht an ein bestimmtes Altersstadium des Wirtes gebunden ist.

Der Infektionsherd des jungen Tieres besaß nur geringen Umfang. Er setzte sich lediglich aus Schizonten zusammen (Taf. 13 Fig. 22). Der Parasitenherd des ausgewachsenen Tieres war umfangreicher. Dieser bestand zum größten Teil aus Schizonten, enthielt aber auch schon Formen, die ich als Pansporoblasten verschiedener Entwicklungsstufen deuten konnte. Die letzteren stimmten überein

mit Formen, wie ich sie in älteren Infektionsherden angetroffen habe, so daß durch diesen Fund die Zugehörigkeit der beobachteten Schizonten zum Entwicklungscyclus von *Plistophora Blochmanni* sichergestellt ist. Dieser Infektionsherd war besonderer Umstände wegen in Schnitte von 7,5 μ Dicke zerlegt worden, eine Schnittdicke, die bei dem vorliegenden Objekt ein detailliertes Studium sehr erschwert. So konnte der besonders interessante Fall, der den Übergang von der Schizogonie zur Sporogonie darstellte, leider nicht voll ausgewertet werden.

Der Bau der Schizonten bietet wenig Charakteristisches (Fig. 23, 24, 25, 34—37). Es sind rundliche bis ovale Protoplasmakörper von 3—6 μ Durchmesser (im Dauerpräparat gemessen). Stellenweise liegen sie unregelmäßig mehr oder weniger dicht beieinander und besitzen dann häufig einen etwas polygonalen Umriß. In anderen Fällen liegen mehrere dicht hintereinander und machen so bei flüchtiger Betrachtung den Eindruck von schlauchförmigen Gebilden (Taf. 13 Fig. 22 s_2). In den gefärbten Präparaten heben sie sich deutlich von der Umgebung ab.

Das Protoplasma der Schizonten zeigt einen sehr lockeren, feinwabigen Bau und ist oberflächlich etwas verdichtet. Eine deutliche Differenzierung in Ecto- und Entoplasma ist jedoch nicht vorhanden, eine pelliculaähnliche Hüllschicht fehlt. Pseudopodienartige Fortsätze konnte ich nicht feststellen. Meist besitzen die mehr rundlichen Formen nur einen, die ovalen zwei Kerne. Eine größere Kernzahl habe ich innerhalb eines Individuums nie feststellen können. Bei der erwähnten schlauchförmigen Anordnung handelte es sich stets um dicht nebeneinander liegende Individuen. Die Kerne liegen meist zentral. Ihre chromatische Substanz, die im Gegensatz zu den Kernen des Amöboidkeims der Spore in unregelmäßige Brocken aufgelockert ist, zeigt vielfach eine X-förmige Anordnung (Taf. 13 Fig. 25, 36, 37). Fast immer ist das Chromatin von einem deutlichen hellen Hof umgeben. Eine besondere Kernmembran ist nicht vorhanden.

Vakuolenartige Bildungen oder feste Einschlüsse habe ich im Plasma der Schizonten nicht beobachtet. Da, wo die einzelnen Individuen locker nebeneinander liegen, tritt zwischen ihnen ein feines Gerinnsel auf (Taf. 13 Fig. 22). Stellenweise sind in demselben kurze Faserstücke zu erkennen, die ich als Reste zerstörter Muskelfasern deute. Das Gerinnsel halte ich für Überbleibsel zerstörter Muskelsubstanz.

VI. Entwicklung.

Den nachfolgenden Ausführungen sei ausdrücklich vorausgeschickt, daß sie auf Kombination von Beobachtungen beruhen, die an gefärbten Dauerpräparaten gemacht wurden. Eine direkte Beobachtung der Vorgänge am lebendfrischen Material ist nicht möglich. Insbesondere gilt dies für die Schizogonie des Parasiten, deren Elemente überhaupt erst durch systematische Musterung von Schnittserien aufgefunden werden konnten.

Einem geschlossenen Bild des ganzen Entwicklungscyclus müßte die Darstellung des Infektionsmodus vorangehen. Eine Reihe von Beobachtungen, sowie das von einigen anderen Microsporidien darüber bekannt gewordene, sprechen dafür, daß die Infektion per os, die Invasion des Wirtsgewebes durch den Parasiten also vom Darmrohr aus erfolgt. Da jedoch meine Untersuchungen in dieser Hinsicht keine eindeutigen Resultate lieferten, vielmehr das Ergebnis der negativ ausgefallenen Infektionsversuche in gewissem Sinn ergänzten, hielt ich es für angebracht, über diese beiden Beobachtungsreihen kurz anhangsweise zu berichten. Ich beginne daher im folgenden mit der Schilderung dessen, was ich an dem jüngsten zur Beobachtung gelangten Infektionsherd über die Schizogonie des Parasiten ermitteln konnte.

A. Schizogonie.

Wie bereits erwähnt, handelt es sich im Fall der jüngsten Infektion um einen wenig umfangreichen Herd, der sich aus einer relativ geringen Anzahl von Schizonten zusammensetzte (Fig. 22). Der infizierte Muskel ist noch zum größten Teil von gesunder Muskelsubstanz erfüllt; das kleine Parasitennest befindet sich an der dem Darmapparat zugekehrten Seite desselben. Diese Lagerungsverhältnisse berechtigen zu der Annahme, daß die Primärinfektion des Bündels ihren Weg vom Darmrohr aus genommen hat.

Beiläufig sei bemerkt, daß keinerlei Anhaltspunkte dafür gewonnen wurden, die auf das Vorkommen von Autoinfektion bei der vorliegenden Microsporidie schließen lassen. Die Tatsache, daß in der Mehrzahl der untersuchten Fälle nur ein oder zwei Muskelbündel des Wirtes infiziert waren, spricht jedenfalls gegen das Auftreten eines derartigen Infektionsmodus. Läge Autoinfektion vor, so müßte mindestens eine größere Zahl erkrankter Muskelbündel erwartet werden.

In dem in Frage kommenden Infektionsherd treten neben ein- und zweikernigen Schizonten auch solche auf, deren chromatische Substanz in zwei Partien angeordnet ist, die aus unregelmäßigen Brocken bestehen. Die beiden Teile liegen bald näher zusammen, bald weiter auseinander. Vielfach sind sie durch undeutliche Stränge miteinander verbunden (Taf. 13 Fig. 34, 35, 36), die einen dunkleren Farbton besitzen als das übrige Protoplasma des Parasiten. Die Kernteilung, um die es sich hier nach meiner Auffassung handelt, kann als Promitose im Sinne Hartmann's[1]) bezeichnet werden. Kernspindel, Äquartorialplatte und Centrosomen sind nicht feststellbar.

Die einkernigen Schizonten liegen oft paarweise dicht nebeneinander. Häufig sind die beiden Individuen eines Paares abgerundet, in anderen Fällen stoßen sie mit breiter Fläche aneinander. In den zweikernigen etwas länglich gestreckten Schizonten ist zuweilen zwischen den beiden Kernen eine quer verlaufende Andeutung einer protoplasmatischen Verdichtung zu erkennen. Ich erkläre mir diese Erscheinungen so, daß nach erfolgter Kernteilung, der zweikernige in die Länge angewachsene Schizont in zwei einkernige Gebilde zerfällt, die sich früher oder später etwas abrunden.[2]) Biskuit- oder handelförmige Gestalten, die auf eine Durchschnürung des Protoplasmakörpers schließen lassen, habe ich nie beobachtet.

Neben den paarig angeordneten Schizonten treten auch solche auf, die, hintereinander liegend, in einer Reihe angeordnet sind (Taf. 13 Fig. 22 s_2; Fig. 24). Zuweilen liegen sie so dicht beisammen, daß sie in ihrer Gesamtheit den Eindruck eines einheitlichen Schlauches machen. Bei genauerem Zusehen konnte ich jedoch stets feststellen, daß diese Gebilde sich aus einzelnen Individuen zusammensetzen. Treten mehr als 4 Schizonten in einer Reihe auf, dann sind einzelne von ihnen etwas seitlich aus dem Reihenverband mehr oder weniger stark herausgedrückt. Dies sowie der Umstand, daß es nie gelang vielkernige Schizontenschläuche aufzufinden, veranlaßt mich anzunehmen, daß die geschilderte Reihenanordnung eine Folge der in einer Richtung verlaufenden Zerfallsteilungen der vegetativen Formen ist. Es ist klar, daß bei einem derartigen Verlauf der Vorgänge im allgemeinen nur 4 Individuen genau in

---

[1]) M. Hartmann u. C. Schilling 1917 p. 14.

[2]) Aus diesem Grunde wurde die in der Microsporidienliteratur gebräuchliche Bezeichnung Schizogonie und Schizont für die vegetativen Phänomene beibehalten, obwohl Bildung und Zerfall vielkerniger Schläuche bei der vorliegenden Form nicht vorzukommen scheint.

einer Reihe liegen können. Bei weiterer Vermehrung wird die Längsstreckung mit nachfolgender Teilung der mittleren Individuen der Reihe zu Pressungen Anlaß geben, die das teilweise Heraustreten einzelner Individuen aus dem Reihenverbande zur Folge hat.

Ausdrücklich sei jedoch zugegeben, daß ich zu diesem Ergebnis auf Grund des Studiums einer jungen Infektion gelangt bin, die ich auf Querschnittsbildern untersuchte. Es ist denkbar, daß echte Schizontenschläuche, falls solche bei der vorliegenden Form überhaupt vorkommen sollten, ihre Längserstreckung vorwiegend in der Richtung des geringsten Widerstandes des Wirtsgewebes besitzen. Sie müßten dann hauptsächlich in der Längsrichtung der Fasern des infizierten Bündels verlaufen. Auf einem quergetroffenen Muskelbündel, wie es mir vorlag, werden sie dann naturgemäß weniger zu erkennen sein.

Die in dichten Haufen gelagerten Schizonten, wie sie (Taf. 13 Fig. 24) darstellt, halte ich für ein Ergebnis wiederholter Zerfallsteilungen zweikerniger Individuen. Es ist nicht anzunehmen, daß sie durch Zerfall eines vielkernigen Plasmodiums entstanden sind, da ich, wie schon bemerkt, niemals vielkernige Gebilde in der vegetativen Generation angetroffen habe.

Nach meiner Auffassung ist somit die Art der vegetativen Vermehrung bei der vorliegenden Form sehr einheitlich. Durch sukzessive Teilung der Schizonten entstehen schließlich jene ausgedehnten Infektionsherde in den erkrankten Muskelbündeln, die nach dem Übergang der Parasiten in sporenführende Pansporoblasten, die früher geschilderten großen weißen Parasitenschläuche darstellen.

B. Sporogonie.

Das Studium dieses Abschnittes des Entwicklungscyclus wurde teils an fixierten und gefärbten Zupfpräparaten, teils an Schnitten durch Infektionsherde mittleren Alters durchgeführt. Die Beschreibung der verschiedenen beobachteten Formen aus der Sporogonie erfolgt in der Reihenfolge, wie sie nach meiner Deutung verschiedenen Altersstufen entsprechen.

Welche Umstände den Parasiten veranlassen von der Schizogonie zur Sporogonie überzugehen, vermag ich nicht zu entscheiden. Raum- oder Nahrungsmangel in dem befallenen Wirtselement, wie das eine Reihe von Autoren [1]) für ihre Objekte angeben, kann hier nicht die Ursache sein. Abgesehen von jenen Ausnahmefällen, in denen ein

[1]) Stempell 1909, Trappmann 1923 u. a.

Einfluß des Wirtsgewebes vorliegen dürfte,[1]) enthalten die infizierten Muskelbündel stets einen größeren oder geringeren Teil normaler Muskelsubstanz. Diese Verhältnisse gelten auch für die ältesten zur Beobachtung gelangten Infektionen.

Die Lagerungsweise der verschiedenen Altersstadien in einem Infektionsherd läßt keinerlei Gesetzmäßigkeit erkennen. In den randlichen Partien und den zentralen Teilen des Herdes liegen jüngere und ältere Stadien regellos durcheinander.

In der Sporogonie des Parasiten treten zwei Formenreihen auf, die nach meiner Deutung verschiedenen Altersstufen entsprechen. Sie unterscheiden sich durch die Struktur ihres protoplasmatischen Anteils. Während dieser in den Stadien der jüngeren Reihe ein zusammenhängendes Ganzes bildet (Taf. 15 u. 16 Fig. 50—61), ist er in den älteren Formen in einzelne isolierte Elemente zerfallen. Diese Elemente stellen die Sporoblasten vor (Taf. 16 Fig. 62, 63). Es sollen daher im folgenden die Stadien der jüngeren Reihe als „Sporonten", jene der älteren Reihe als Pansporoblasten bezeichnet werden.

Während die älteren Sporonten durch Größe, Kernzahl und deutlich ausgebildete Hüllmembran, teilweise auch durch besondere Plasmastrukturen leicht von den Schizonten zu unterscheiden sind, ist dies bei den jüngsten Formen vielfach nicht mit absoluter Sicherheit möglich. Als jüngste Sporontenstadien spreche ich zweikernige etwas kugelige Gebilde an (Taf. 15 Fig. 50—52). Sie unterscheiden sich nach Größe und Form oft nicht wesentlich von zweikernigen Schizonten. Nur der Umstand, daß sie erste Andeutungen einer Hüllmembran erkennen lassen, veranlaßt mich, sie der Sporontengeneration zuzuzählen. In einigen Fällen sind diese zweikernigen Formen wesentlich größer als echte Schizonten (Taf. 15 Fig. 53 oben); ihre Hülle ist dann deutlicher ausgeprägt.

Das Protoplasma dieser Gebilde zeigt einen feinwabigen lockeren Aufbau. Das mehr oder minder stark aufgelockerte Chromatin ihrer Kerne besteht, ähnlich wie in den Stadien der Schizogonie, aus unregelmäßigen Brocken. Die beiden Kerne liegen bald weiter auseinander, bald näher beisammen. Bisweilen sind sie durch dunkle Stränge verbunden (Taf. 15 Fig. 50, 51). Ich deute diese Erscheinung als promitotische Kernteilung. Der Kernapparat ist im Ganzen voluminöser als bei den Schizonten.

Ob diese jüngsten Sporonten ein Verschmelzungsprodukt zweier

---

[1]) Vgl. S. 282.

Schizonten sind, oder ob sie sich von einkernigen Formen dieser Generation ableiten, kann ich nicht mit Sicherheit entscheiden. Die erwähnten, von mir als Kernteilungserscheinungen gedeuteten Fälle, weisen im allgemeinen auf das letztere hin. Es sei jedoch ausdrücklich zugegeben, daß eine sichere Entscheidung, ob diese Formen der Schizonten oder der Sporontengeneration angehören, nicht immer möglich ist.

Die nächstfolgenden Stadien, über deren Zugehörigkeit zur Sporontengeneration kein Zweifel bestehen kann, sind mehr oder minder kugelige Gebilde von schwankender Größe (Taf. 15 u. 16 Fig. 53 bis 61). Die umfangreichsten von ihnen besitzen einen Durchmesser, der jenem älterer Pansporoblasten entspricht (Taf. 16 Fig. 56). Die Hüllmembran dieser Formen ist stets deutlich ausgebildet. Ihr Protoplasma besitzt wie in den jüngsten Stadien feinwabigen lockeren Bau. Die Kerne bestehen aus mehreren unregelmäßigen chromatischen Bröckchen. Eine Membran konnte ich an ihnen nicht feststellen. Vielfach sind sie paarig angeordnet. Zwischen den beiden Angehörigen eines Paares sind häufig dunkle, strangartige Verbindungen wahrzunehmen (Taf. 15 u. 16 Fig. 54, 56). Die einzelnen Kerne sind in den Formen mit höherer Kernzahl vergleichsweise weniger umfangreich als in jenen mit geringerer Kernzahl. Was die Anzahl der auftretenden Kerne anlangt, so ist dieselbe öfters ein Vielfaches von vier, in anderen Fällen wiederum auch nicht durch 4 teilbar. Zuweilen treten selbst Kerne in ungerader Anzahl auf.

Ich deute die soeben beschriebenen Stadien als vielkernige Sporonten und nehme an, daß sie durch allmähliches Wachstum aus den zweikernigen Formen hervorgehen. Hand in Hand mit diesem Vorgang spielen sich wiederholte Kernteilungen ab. Die öfter beobachtete strangartige Verbindung zweier mehr oder minder weit auseinanderliegender Chromatinmassen läßt den Modus der Kernteilung erkennen. Er entspricht den früher geschilderten Kernteilungsphänomenen. Das Auftreten von Centrosomen konnte auch hier nicht festgestellt werden. Die paarig angeordneten Kerne, die keinerlei Verbindung mehr erkennen lassen (Taf. 16 Fig. 56, 57), sind das Ergebnis unmittelbar vollzogener Teilung. Dieser dürfte ein weiteres Auseinanderweichen der Kerne folgen, das schließlich zum Verschwinden der paarigen Anordnung führt. Das Zustandekommen nicht durch 4 teilbarer oder ungerader Kernzahlen, erklärt sich durch die Annahme, daß die Teilungsprozesse der einzelnen Kerne nicht immer miteinander Schritt halten. Würden sich sämtliche Kerne eines Sporontenindividuums stets in gleicher Ruhe- oder

Teilungsphase befinden, so müßte, ein zweikerniges Anfangsstadium vorausgesetzt, das Endergebnis der Teilungsvorgänge immer eine Gesamtkernzahl sein, die eine Potenz von 2 vorstellt. Am vorliegenden Objekt ist das jedoch keineswegs der Fall. Mit diesen Erscheinungen hängt letzten Endes die unregelmäßige Zahl der in einem Pansporoblasten auftretenden Sporen zusammen, ein Umstand auf den ich früher bereits eingehender hingewiesen habe (vgl. S. 289).

In zahlreichen Fällen treten Sporonten auf, deren Protoplasma der Hüllmembran nicht mehr allseitig anliegt. Auf kürzere oder größere Strecken erscheint es von derselben zurückgezogen (Taf. 15 u. 16 Fig. 54, 56—61). Um Schrumpfungserscheinungen kann es sich dabei nicht handeln. Dazu treten diese Bildungen zu regelmäßig auf. Zudem lassen sie sich auch an lebendfrischem Material feststellen (Taf. 13 Fig. 11, 16). Ich nehme an, daß hier eine allmählich fortschreitende Kondensation des Plasmas der Sporonten stattfindet. Der Beginn dieser Erscheinungen ist von der Kernzahl des betreffenden Sporontenindividuums unabhängig. Ich habe sie sowohl in Formen mit geringer, als auch in solchen mit größerer Kernzahl angetroffen. Zuweilen treten selbst bei fortgeschrittener Plasmaverdichtung nicht völlig durchgeführte Kernteilungsphasen auf (Taf. 15 Fig. 54).

Neben derartig beschaffenen Sporonten gelangten eine Anzahl zur Beobachtung, deren mehr oder minder kugelförmiger, zusammenhängender Protoplasmakörper frei im Inneren der Sporontenhülle liegt (Taf. 16 Fig. 57—61). Ich bezeichne den letzteren im folgenden der Kürze wegen als Binnenkörper. Nach meiner Ansicht stellt er das Endergebnis der Kondensation des Protoplasmas vor.

Teils zu Beginn der Kondensation, teils erst im fertigen Binnenkörper, treten im Protoplasma des Sporonten streifenartige Verdichtungen auf (Taf. 16 Fig. 57, 58). Im Hinblick auf die Verhältnisse in später folgenden Stadien, sehe ich diese als erste Andeutungen einer zelligen Differenzierung an. In den betreffenden Sporonten habe ich Teilungserscheinungen der Kerne nicht mehr angetroffen. Wo solche nach Beginn der Plasmakondensation noch vorkommen, fehlen Andeutungen einer zelligen Differenzierung. Ich nehme daher an, daß der Beginn der zelligen Sonderung das Ende der Kernteilungsphänomene im Sporonten bezeichnet.

Die Oberfläche des Binnenkörpers ist bald gleichmäßig abgerundet (Taf. 16 Fig. 57; Taf. 13 Fig. 11, 16), bald mehr oder weniger ausgebuchtet. Das kann so stark ausgeprägt sein, daß der Körper himbeerartig aussieht (Taf. 16 Fig. 59—61).

In solchen Fällen ist die zellige Differenzierung des Binnenkörpers ganz durchgeführt. Jeder Ausbuchtung der Oberfläche entspricht eine Zelle, jeder Zelle ein Kern. Dieser nimmt vielfach eine distale Lage ein und ist zuweilen von einem hellen Hof umgeben (Taf. 16 Fig. 61). Sein Chromatin ist aufgelockert, ähnlich wie in den früher beschriebenen Stadien. Häufig ist es in zwei, dicht nebeneinander liegenden unregelmäßigen Partien angeordnet, die zuweilen X- oder H-förmig aussehen.

Nach meiner Ansicht stellen die soeben geschilderten Formen Fortsetzung und Ende der zelligen Sonderung des Plasmakörpers des Sporonten vor. Die Stadien mit himbeerartiger Oberfläche des Binnenkörpers und durchgeführtem Zerfall in Zellen entsprechen den ältesten Sporonten. Ihre Ableitung aus den früher geschilderten jüngeren Sporonten dürfte nach den beschriebenen Zwischenformen kaum einem Zweifel begegnen. Auseinandergerückte Chromatinmassen mit strangartiger Verbindung, wie ich solche für die jüngeren Stadien als promitotische Kernteilung beschrieben habe, sind, wie bereits erwähnt, nach dem Auftreten erster Andeutungen eines zelligen Zerfalls des Plasmakörpers nicht mehr festzustellen. Ich halte daher die zuweilen sonderbare Anordnuug der Chromatinbröckel in X- oder H-Form für eine Eigentümlichkeit des ruhenden Kerns. Als Doppelkern wird man diese Bildungen im Hinblick auf eine ähnliche Lagerung des Chromatins in der Schizontengeneration nicht auffassen dürfen.

Neben den bisher geschilderten Formen aus der Sporogonie, die durch den zusammenhängenden einheitlichen Plasmakörper des einzelnen Sporontenindividuums gekennzeichnet sind, konnte ich Stadien beobachten, in denen innerhalb einer Hülle zahlreiche kleine isolierte Zellen auftreten (Taf. 16 Fig. 62, 63). Diese sind teils kugelförmig, teils ellipsoidisch und erinnern dann in ihrem Umriß an ausgebildete Sporen. Das Protoplasma der kugeligen Formen besitzt, wie jenes der Sporonten einen blassen Farbton und lockeren feinwabigen Bau. Bei den gestreckten Formen zeigt es teils noch dieselbe Beschaffenheit, teils ist es etwas dichter, intensiver gefärbt und läßt dann einige besondere Strukturen erkennen. Diese Elemente besitzen einen aus unregelmäßigen Chromatinbrocken bestehenden Kern, der in kugeligen Formen periphere, in den gestreckten Gebilden polare Lagerung zeigt. Zwischen den letzteren und fertig ausgebildeten Sporen lassen sich Übergänge feststellen.

Dieser Umstand veranlaßt mich die einzelnen Elemente als Sporoblasten, und die Gesamtheit der in einer Hülle liegenden

isolierten Protoplasmakörper als Pansporoblasten anzusprechen. Ich nehme an, daß die Pansporoblasten mit kugelförmigem Zellinhalt die jüngeren Stadien vorstellen. Die Erklärung des Zustandekommens aus den älteren Sporonten bereitet keinerlei Schwierigkeit. Zerfall des Himbeerstadiums in seine einzelnen Elemente und kugelige Abrundung derselben leitet zu ihnen über. Einen Restkörper habe ich nicht beobachtet. Die Substanz des Binnenkörpers dürfte demnach beim Zerfall völlig aufgebraucht werden. Ich nehme an, daß die kugeligen Sporoblasten im Verlauf der Entwicklung eine Längsstreckung erfahren, wobei ihr peripher gelagerter Kern die Stelle eines künftigen Pols der ovalen Formen bezeichnet. Es wird später gezeigt werden, daß dieser Punkt dem vorderen Pol der definitiven Spore entspricht.

Die Entstehung der fertigen Spore habe ich am Sporoblasteninhalt verschiedener Pansporoblasten verfolgt.

Es wurde bereits erwähnt, daß die länglich gestreckten Sporoblasten teils einen blassen, teils einen intensiveren Farbton besitzen. Diese beiden Formen sind auf verschiedene Pansporoblasten verteilt, was darauf hinweist, daß sie verschiedenen Altersstufen entsprechen. Eine besondere Hülle ist an diesen Sporoblasten nicht festzustellen. Ich halte die schwach tingierten Formen für unmittelbare Abkömmlinge der kugeligen Sporoblasten (Taf. 16 Fig. 62). Die stärker gefärbten Stadien lassen stellenweise eine mehr oder minder starke Auflockerung ihres Protoplasmas erkennen (Taf. 16 Fig. 64 ff.). Die betreffende Zone befindet sich meist an dem entgegengesetzten Ende des durch die Färbung chromatischer Substanzen gekennzeichneten Pols. Entsprechend der größeren oder geringeren Auflockerung des Protoplasmas weist der davon nicht ergriffene Teil des Sporoblasten eine dichtere Beschaffenheit auf.

Gelegentlich konnte ich in solchen Stadien Andeutungen einzelner Querstreifen im Bereich des aufgelockerten Plasmas erkennen. Sie treten bald mehr bald weniger deutlich hervor. In jenen Fällen, in denen die Auflockerung des Plasmas einer klaren Vakuole Platz gemacht hat, ist die Querstreifung oft recht gut wahrzunehmen (Taf. 16 Fig. 71, 72).

In den Stadien mit aufgelockertem Plasma liegen endständig in dem von der Auflockerung nicht ergriffenen Teil des Sporoblasten chromatische Massen, die sich aus mehreren unregelmäßigen Bröckeln zusammensetzen (Taf. 16 Fig. 64—68). In den Formen mit deutlich ausgebildeter Vakuole liegen diese in einer mittleren Zone (Taf. 16 Fig. 69—72). Sie nehmen hier eine randständige Lage ein (Taf. 16

Fig. 71). Bei der letztgenannten Anordnung besitzt das Chromatin einen kompakten Bau, der an die Verhältnisse der reifen Spore erinnert. Es fällt auf, daß bei polarer Anordnung in den intensiver gefärbten Sporoblasten der ganze chromatische Apparat voluminöser ist (Taf. 16 Fig. 64—68) als jener der blassen, länglich gestreckten (Taf. 16 Fig. 63) und der kugeligen Formen (Taf. 16 Fig. 62), welch letztere ich als jüngere Stadien gedeutet habe. Bei der angewendeten Hämalaun-Orange-G-Färbung besitzt er im Gegensatz zur schwärzlich blauen Farbe des Kernes der jüngeren Stadien, einen ins Bräunliche spielenden Farbton. Zuweilen ist er von einer hellen Zone umgeben. In jenen Sporoblasten dagegen, in denen das Chromatin randständig in einer mittleren Zone liegt, besitzt es wieder den normalen schwarzblauen Farbton (Taf. 16 Fig. 70 ff.).

Ich erkläre mir diese Erscheinungen folgendermaßen:

Hand in Hand mit der partiellen Auflockerung des Protoplasmas blasser Sporoblasten geht eine Verdichtung der übrigen Teile desselben. Diese dürfte zum Teil die geschilderte intensivere Färbung verursachen. Die protoplasmatische Auflockerung bezeichnet den Beginn der Entstehung einer Vakuole.

Die Querstreifen, die andeutungsweise schon frühzeitig wahrzunehmen sind, bringe ich mit der Polfadenentwicklung in Zusammenhang. Ich nehme an, daß sie den Beginn seiner Ausbildung anzeigen. Den Polfaden selbst halte ich nach meinen obigen Befunden für ein Ausscheidungsprodukt des Sporoblastenplasmas. Er entsteht, zum mindesten in seinen ersten Anfängen, gleichzeitig mit der Vakuole. Der Umstand, daß die von mir als Polfadenanlage gedeuteten Streifen im Bereich eben dieser Vakuole liegen, läßt erkennen, daß es sich hier um die hintere Vakuole handelt. Diese wird somit zuerst ausgebildet. Das entgegengesetzte, durch das Auftreten chromatischer Substanzen charakterisierte Ende entspricht demnach dem vorderen Pol der definitiven Spore.

Die polar gelegene chromatische Masse halte ich, trotz der Besonderheiten, die sie vom Kernchromatin früherer oder späterer Stadien unterscheidet, für den Kern des Sporoblasten. Für diese Annahme sprechen folgende Gründe: 1. In den jüngeren, blaß gefärbten Sporoblasten besitzt das Chromatin das gleiche Aussehen und dieselbe Beschaffenheit wie in den unmittelbar vorhergehenden Sporontenstadien. Hier kann daher an seiner Kernnatur kaum ein Zweifel bestehen. In diesen Formen nun besitzt es dieselbe polare Lage wie der voluminöse chromatische Apparat in den stärker färbbaren Sporoblasten. 2. In diesen letzteren liegt die Chromatinmasse

innerhalb des Protoplasmas selbst, und zwar in seinen verdichteten Teilen. In letzteren gelangte, außer der polar gelegenen, keine weitere chromatische Substanz zur Beobachtung. Ich vermute, daß die Besonderheiten, die das Kernchromatin in den geschilderten Sporoblasten auszeichnet, die Folge einer Sekretionsphase sind, in der sich der Kern befindet. Die tiefgreifenden Umwandlungen, welche sich im Sporoblasteninneren dieses Stadiums vollziehen, lassen mir diese Annahme nicht unwahrscheinlich erscheinen. Die gelegentlich beobachtete helle Zone, der Beginn der Polfadenausbildung, zum Teil vielleicht auch die intensivere Färbbarkeit dieser Stadien mögen damit in Zusammenhang stehen. Es sei jedoch ausdrücklich erwähnt, daß ich den Austritt geformter chromatischer Substanzen aus dem Kernapparat nicht beobachtet habe.

Nach Abschluß dieses von mir als Sekretionsphase gedeuteten Zustandes wandert der Kern aus seiner polständigen Lage in eine mittlere Zone des Sporoblasten (Taf. 16 Fig. 69, 70). Dort nimmt er eine randständige Lage ein, die seiner definitiven Anordnung entspricht. Hand in Hand damit geht eine Verdichtung seines Chromatins, das schließlich den kompakten Bau des Kernes der reifen Spore aufweist.

Die bisher beschriebenen Sporoblastenstadien lassen von der Sporenhülle noch nichts erkennen. Jene Sporoblasten, in denen eine solche mit Sicherheit festzustellen ist, besitzen sämtlich die klare hintere Vakuole (Taf. 16 Fig. 73—75). Der kompakte Kern liegt bei diesen stets in einem mittleren Abschnitt. Dieser Umstand, sowie das Auftreten der Sporenhülle veranlaßt mich, diese Stadien als die älteren anzusprechen. Das Protoplasma erfüllt den vorderen Abschnitt solcher Sporoblasten teils noch vollkommen (Taf. 16 Fig. 73), teils ist es in größerem oder geringerem Maße vom vorderen Pol zurückgezogen (Taf. 16 Fig. 74, 75). Die vordere Vakuole, deren Entstehung hier vorliegt, wird somit nach Ausbildung der Hülle angelegt.

Hand in Hand mit der allmählichen Vergrößerung der vorderen Vakuole dürfte die Zurückziehung des protoplasmatischen Anteils verlaufen, der schließlich eine ringförmige Zone im mittleren Sporenteil einnimmt und damit die für den Amöboidkeim der definitiven Spore charakteristische Lagerung besitzt. Es fällt auf, daß mit dem Auftreten einer deutlich wahrnehmbaren Sporenhülle von den queren Streifen in der hinteren Vakuole bei der angewendeten Färbemethode[1]) kaum etwas wahrzunehmen ist. Ob diese Erscheinung

[1]) Hämalaun-Orange G.

mit der starken Lichtbrechung der Sporenhülle zusammenhängt, oder ob die Färbbarkeit des Fadens in einem gewissen Entwicklungszustand vermindert ist, vermag ich nicht zu entscheiden. Über die Entstehung der „metachromatischen Körper“ habe ich keine Beobachtungen gemacht.

Die vereinzelt beobachteten, zweikernigen Sporen gehen nach meiner Ansicht aus einkernigen hervor. Die Annahme wird durch die Einkernigkeit der Sporoblasten, sowie das Verhalten der Sporen im Darm des Wirtstieres begründet. Ich werde auf das letztere noch zurückkommen.

Im Anschluß an diese Darstellung der Sporogonie sei noch auf eine Erscheinung hingewiesen, die — nach meiner Deutung — nur eine unwesentliche Modifikation des geschilderten Entwicklungsganges bildet.

Sehr vereinzelt habe ich Formen beobachtet, die innerhalb einer gemeinsamen Hüllmembran mehrere größere, unregelmäßig rundliche Plasmakörper enthielten. Die einzelnen Körper sind mehrkernig. In Taf. 15 Fig. 55, die einen solchen Fall darstellt, ist jeder derselben vierkernig. Nach der Beschaffenheit ihres Plasmas und ihrer Kerne stimmen die einzelnen Körper völlig mit den früher beschriebenen „Binnenkörpern“ im Stadium vor Beginn der zelligen Differenzierung überein. Demnach möchte ich die fraglichen Formen der Sporontenreihe zuzählen und die einzelnen Plasmakörper den „Binnenkörpern“ gleichsetzen. Sie dürften durch Teilung des Protoplasmas eines ursprünglich einheitlichen Sporontenkörpers entstanden sein. Man darf wohl annehmen, daß die weitere Entwicklung der einzelnen Körper in derselben Weise verläuft, wie sie nach meiner Auffassung für andere Binnenkörper die Regel bildet.

Der Umstand, daß solche Stadien nur sehr selten zur Beobachtung gelangt sind, spricht dafür, daß sie in der Regel nicht im Entwicklungsgang der Sporogonie auftreten. Die Richtigkeit meiner Deutung vorausgesetzt, bilden sie nur eine unwesentliche Abweichung der als typisch geschilderten Entwicklungsphänomene. Indessen bieten sie ein gewisses theoretisches Interesse. Bei einer Anzahl von Microsporidien, insbesondere den *Thelohania*-Arten, entstehen nach den Angaben verschiedener Autoren die Sporoblasten durch sukzessive Kern- und Plasmateilung des Sporonten. Die von mir beschriebenen atypischen Vorkommnisse bilden in gewissem Sinne eine Überleitung zu diesen Verhältnissen.

VII. Vergleich mit den Verhältnissen bei anderen Microsporidien.[1]

Den nachfolgenden Ausführungen seien einige Bemerkungen über „*Coccomyxa Morovi* L. u. H." vorausgeschickt. Die Form hat insofern in der Microsporidienliteratur einige Bedeutung erlangt, als eine Anzahl von Autoren teils direkt, teils indirekt sich bei der Deutung ihrer Objekte auf die von Léger u. Hesse für *Coccomyxa Morovi* festgestellten Verhältnisse berufen. Léger u. Hesse (1907) selbst, die Entdecker dieser Form, sind sich über die systematische Stellung des Parasiten nicht ganz klar. Das Vorkommen eines einzigen Polfadens in der Spore, die eiförmige Gestalt derselben, sowie der Umstand, daß aus jedem Endstadium der vegetativen Entwicklungsreihe nur eine Spore hervorgeht, veranlassen die beiden Autoren, *Coccomyxa* als eine zwischen Myxo- und Microsporidien stehende Form aufzufassen.

Auerbach (1910a) läßt die Frage nach der systematischen Zugehörigkeit dieser Parasiten offen und erwähnt ihn anhangsweise bei den Microsporidien. Stempell (1909) lehnt die Zugehörigkeit von *Coccomyxa* zu den Microsporidien ab, ohne jedoch seine Ansicht ausführlicher zu begründen.

Es erhellt hieraus, daß die systematische Stellung des Parasiten noch recht unklar ist. Nach meiner Ansicht ist es durchaus unzulässig, sich bei der Deutung unsicherer Beobachtungen, die an den Sporen typischer Microsporidien gemacht wurden, auf eine Form zu berufen, deren Zugehörigkeit zu dieser Gruppe überhaupt nicht sicher erwiesen ist. Ein Vergleich der von Léger u. Hesse gemachten Angaben mit dem, was über echte Microsporidien bekannt geworden ist, veranlaßt mich ebenfalls die Zugehörigkeit von *Coccomyxa* zu den Microsporidien abzulehnen. Im folgenden meine Gründe:

Nach Léger und Hesse kommt *Coccomyxa Morovi* frei in der Gallenblase der Sardine vor, ein Verhalten, wie es bis jetzt von echten Microsporidien nicht bekannt geworden ist. Als Bewohner von Hohlräumen des Wirtskörpers bzw. als intercelluläre Parasiten sind zwar „*Plistophora periplanetae* L. u. Sp."[2] sowie „*Plistophora gigantea* Th."[3] beschrieben worden, beides Formen die jedoch den Haplosporidien zugehören (Swarczewsky 1914). Typische Micro-

---

[1]) Vgl. hierzu Abschnitt II.

[2]) Perrin, W. S. 1906; Shiwago, P. 1909.

[3]) Swellengrebel, N. H. 1911.

sporidien sind bisher nur als intracelluläre Parasiten bekannt geworden.

Die eiförmigen Sporen von *Coccomyxa* besitzen einen Durchmesser von 14 : 6 μ, eine für Microsporidien ganz außergewöhnliche Größe. Sie lassen anscheinend schon im frischen Zustand — es geht dies aus den Angaben von Léger und Hesse nicht sicher hervor — eine deutliche 6 μ lange Polkapsel erkennen. Das Auftreten einer gewellten Nahtlinie läßt auf eine Zweiklappigkeit der Schale schließen. Der Amöboidkeim liegt als rundliche zweikernige Protoplasmamasse an einem Ende der reifen Spore. Die Elemente der reifen Spore gehen aus 2 Schalenzellen, einer Polkapselzelle, und einer Amöboidkeimzelle hervor, ein Umstand, der — wie Léger und Hesse selbst betonen — für die Phänocystennatur von *Coccomyxa* spricht. Unter bestimmten Bedingungen wird ein einziger Polfaden ausgeschleudert.

Das Vorkommen eines einzigen Polfadens kann nicht als systematisches Merkmal gelten. In typischen Myxosporidiensporen, wie jenen von *Myxobolus piriformis*, *M. Fuhrmanni*, *M. unicapsulata* und *M. oculileucisci* findet er sich nach Auerbach ebenfalls nur in der Einzahl (1910a). Gestalt und Bau der *Coccomyxa*-Spore stimmen, abgesehen vom Fehlen der jodophilen Vakuole, mit jenem der Spore von *Myxobolus Fuhrmanni* weitgehend überein. Das Fehlen der beiden endständigen für Microsporidien charakteristischen Vakuolen in der Spore von *Coccomyxa*, die Anordnung des Amöboidkeims in derselben, die deutliche Zweiklappigkeit der Hülle und die gut sichtbare Polkapsel sind Eigenschaften, die nach meiner Ansicht für eine Myxosporidiennatur dieses Parasiten sprechen. Die eiförmige Gestalt der Spore als diagnostisches Merkmal heranzuziehen, halte ich für verfehlt. Nach Auerbach (1910a) kommt den Myxosporidiensporen eine außerordentliche Mannigfaltigkeit der äußeren Form zu.

Die Entstehung der *Coccomyxa*-Spore aus besonderen Schalen-Polkapsel- und Amöboidkeimzellen ist für Myxosporidien charakteristisch. Das Hervorgehen jeder einzelnen Spore aus einem Sporoblasten ohne dazwischenliegende Pansporoblastengeneration findet sich ebenfalls bei Myxosporidien. Bekanntlich werden die Myxosporidien in die Gruppe der Polysporogenea und der Disporogenea eingeteilt. Während bei ersteren zahlreiche Sporen im Pansporoblasten entstehen, entwickelt bei letzteren der Pansporoblast nur zwei Sporen. Nun hat Auerbach (1910b) bei *Myxidium bergense* beobachtet, daß gelegentlich neben der polysporen Fortpflanzung auch eine monospore vorkommt. Bei *Zschokella hildea* Auerb. bildet diese sogar die Regel. Es gibt somit auch monospore Myxosporidien.

Ich sehe in der Tat keine Argumente mehr, die für die Zugehörigkeit von *Coccomyxa* zu den Microsporidien namhaft gemacht werden könnten. Nach meiner Ansicht ist *Coccomyxa* den Myxosporidien und zwar vermutlich den monosporen Formen dieser Gruppe zuzurechnen.

Bezüglich des einheitlichen Baues der Sporenhülle, bin ich an meinem Objekt zu demselben Ergebnis gekommen wie die Mehrzahl der Autoren. Der Umstand, daß die Hülle leerer Sporen eine Öffnung am vorderen Pol zeigt macht es unwahrscheinlich, daß sie aus zwei Schalenklappen besteht. Auf die Unzulässigkeit der betreffenden Angaben Thélohans für verschiedene Microsporidien, haben bereits Stempell und Schuberg hingewiesen. Mercier läßt zwar bei *Thelohania Giardi* die Sporenhülle aus zwei Schalenzellen entstehen (1908 a), zeichnet aber in einer „halbschematischen" Figur der Spore von *Thelohania Giardi* eine besondere Nahtlinie nicht ein. Dies veranlaßt mich anzunehmen, daß Mercier eine Nahtlinie nicht gesehen hat, die Zweiklappigkeit der Hülle von *Thelohania Giardi* ist somit nicht erwiesen. Für die Sporen der nicht näher benannten „*Plistophora*" aus *Periplaneta orientalis* bildet Mercier (1908 b) eine deutliche Nahtlinie ab. Die Zugehörigkeit dieser Form zu den Microsporidien scheint mir noch nicht sicher gestellt. Ich werde weiter unten noch auf sie zurückkommen. — Léger und Hesse's Angaben (1907) beziehen sich auf *Coccomyxa Morovi* und *Nosema bombycis*. Über die erstere habe ich meine Ansicht bereits geäußert. In derselben Arbeit geben die beiden Autoren ohne nähere Begründung an, daß sie dieselben Verhältnisse wie bei *Coccomyxa* auch bei „*Glugea bombycis*" (gemeint ist wohl *Nosema bombycis*) festgestellt hätten. Demgegenüber sei darauf hingewiesen, daß weder die Untersuchung von Stempell (1909), noch jene von Ohmori (1912) an dieser Form eine Bestätigung der Angaben von Léger und Hesse gebracht hat. Stempell's Mitteilung, daß der Amöboidkeim von *Nosema bombycis* im Darm des Wirtes die Sporenhülle durch eine Öffnung am vorderen Sporenpol verläßt — ein Vorgang den bereits Balbiani am lebenden Objekt beobachtet haben soll — läßt es auch bei dieser Microsporidie sehr unwahrscheinlich erscheinen, daß die Schale aus zwei Klappen besteht. Es ist mir unverständlich geblieben, wie nach den Stempell'schen Ergebnissen in Doflein's Lehrbuch (4. Aufl. 1916) sich noch die Bemerkung finden kann: „Werden die Sporen von einer Seidenraupe gefressen, so schlüpft aus ihnen ein Amöboidkeim aus. Vorher wurde der Polfaden ausgestoßen und die Sporen klafften in zwei Schalenhälften auseinander."

In Schröder's Definition der Microsporidien im Handbuch der pathogenen Protozoen von v. Prowazek (Schröder 1912) findet sich die Angabe: „Sporen mit zweiklappiger Schale". Da Schröder in seiner Arbeit über *Thelohania chaetogastris* nichts von einer Nahtlinie berichtet, und ihm auch die „Stadien mit dem Auftreten der Schalenzellen und der Polkapselzellen, die Mercier deutlich verfolgen konnte, fehlen", so nehme ich an, daß seiner Definition die oben erwähnten Arbeiten der französischen Autoren zugrunde liegen, über die ich meine Ansicht bereits geäußert habe.

Gegenüber diesen spärlichen Angaben über eine Zweiklappigkeit der Sporenhülle, berichten die meisten Autoren nichts vom Auftreten einer Nahtlinie, die einen Rückschluß auf solche Verhältnisse zuließe. Ich glaube daher, daß die schon von Schuberg (1910) und Stempell (1909) geäußerte Ansicht über den einheitlichen Bau der Hülle der Microsporidienspore verallgemeinert werden kann.

Einen Verdickungsring der „Micropyle", den Trappmann (1923) bei den Sporen von *Nosema apis* festgestellt haben will, konnte ich an meinem Objekt nicht beobachten. Ich glaube auch nicht, daß hier ein solcher vorhanden ist. Wäre es der Fall, dann müßte derselbe — zum Mindesten an leeren Sporenhüllen — deutlich in Erscheinung treten. Das trifft jedoch nicht zu. Bei diesen hatte ich vielmehr den Eindruck, als ob die Öffnungsränder eingerissen sind, ein Befund, der mit der Annahme eines Verdickungsringes an dieser Stelle in Widerspruch steht. — Den von Trappmann verwendeten Ausdruck „Micropyle" für die Austrittsöffnung der Spore halte ich übrigens im Hinblick auf die besondere Bedeutung, die diese Bezeichnung im Zusammenhang mit Befruchtungsvorgängen in der wissenschaftlichen Literatur besitzt, nicht für sehr zweckmäßig. Mit einer Copulation hat das Ausschlüpfen des Amöboidkeims aus der Spore nichts zu tun.

Bezüglich der ringförmigen Lagerung des Amöboidkeims bin ich zu ähnlichen Ergebnissen gekommen, wie sie für alle näher untersuchten Microsporidien angegeben werden. Im Gegensatz zu Weissenberg (1913) kann ich die vordere Vakuole nicht als reines Kunstprodukt ansprechen. Sie ist bei *Plistophora Blochmanni* gelegentlich andeutungsweise schon im frischen Zustand zu sehen. Ähnliches berichtet Schuberg (1910) für *Plistophora longifilis*. Ich habe ferner die kleine Vakuole selbst nach Fixierung mit Osmiumsäuredämpfen angetroffen. Ich gebe zu, daß auch in vielen Fällen „beschalte" Stadien in meinen Präparaten auftraten, die von ihr nichts erkennen ließen. In den nämlichen Präparaten traten auch solche beschalten Formen auf, die

die kleine Vakuole erst andeutungsweise erkennen ließen. Neben so beschaffenen Formen kommt eine größere oder geringere Zahl von Sporen vor bei denen die vordere Vakuole einen größeren Umfang besitzt. Diese letzteren stimmten im Aussehen weitgehend mit Sporen überein, die längere Zeit in Wasser gelegen hatten. All dies macht es wenig wahrscheinlich, daß die vordere Vakuole lediglich die Folge einer Schrumpfungserscheinung sein soll. Nach meiner Ansicht sind in gefärbten Präparaten die beschalten Formen ohne sichtbare Vakuole und jene in denen sie erst andeutungsweise auftritt als Vorstufe der reifen Spore zu deuten. Weshalb die vordere Vakuole im frischen Zustand der Spore in der Regel nicht in Erscheinung tritt, vermag ich nicht anzugeben. Vielleicht hängt dieses Verhalten mit der Lagerung des ruhenden Polfadens in der hinteren Vakuole zusammen.

Auf Kudo's Sporenschema [1]) von *Nosema apis* näher einzugehen erübrigt sich. Es mag hier der Hinweis genügen, daß sowohl Fantham und Porter als auch Trappmann für diese Spezies eine gürtelförmige Lagerung des Amöboidkeims angeben. Es scheint dies — wie das schon Stempell 1909 richtig bemerkt hat — ein allgemeines charakteristisches Merkmal der Microsporidienspore zu sein. Im Gegensatz zu Schuberg's Angaben für *Plistophora longifilis* bin ich an meinem Objekt zu dem Ergebnis gekommen, daß die Wandungen der beiden Vakuolen von einem dünnen plasmatischen Überzug tapetenförmig ausgekleidet sind. Stempell (1904 und 1909) hat bei *Nosema bombycis* und *N. anomalum* entsprechendes angenommen. Möglicherweise bestehen hier geringe Verschiedenheiten bei den einzelnen Spezies. Als „Polkapselmembran“ kann der Wandbelag keinesfalls angesprochen werden, dazu geht er zu kontinuierlich in das Plasma des Amöboidkeims über.

In der Polkapsel und Kernfrage bin ich an meinem Objekt zu ähnlichen Resultaten gelangt, wie Schuberg (1910) bei *Plistphora longifilis*, Ohmori (1912) bei *Nosema bombycis*, Maassen (1912) bei *Nosema apis*. Schuberg hat bereits die bis zur Veröffentlichung seiner Arbeit bestehenden Angaben über diese Gegenstände einer kritischen Wertung unterzogen. Nach einem eingehenden Studium der Microsporidienliteratur kann man sich seinen Bemerkungen hierüber nur anschließen. — Was die „objektive“ Darstellung der Polkapsel anlangt, die Stempell bei den Sporen von *Nosema bombycis* durch Photographieren im ultravioletten Licht gegeben haben will,

[1]) Nach Morgenthaler 1922.

so kann ich, so wenig wie Ohmori auf Stempell's Photogrammen etwas von einer besonderen „Polkapsel“ erkennen. Ich habe nach diesen Bildern den Eindruck, daß die Lagerung des Polfadens in der ruhenden Spore bei *Nosema bombycis* eine ganz ähnliche ist, wie bei dem mir vorliegenden Objekt. — In Ergänzung der Schuberg-schen Ausführungen zur Polkapselfrage sei noch darauf hingewiesen, wie widerspruchsvoll die Angaben bei verschiedenen Autoren hierüber oft sind. Stempell deutete bei *Thelohania Mülleri* die vordere Vakuole als Polkapsel, eine Ansicht von der er bei *Nosema anomalum* und *N. bombycis* abgekommen ist. Von Zander (1921) und Fantham und Porter (1912 b) wird bei *Nosema apis* ebenfalls die kleine Vakuole als Polkapsel bezeichnet. Bei den beiden englischen Autoren ist das um so auffallender, als sie in ihren Abbildungen die Polfadenwindungen frei in der hinteren Vakuole darstellen. Von Trappmann endlich wird die Gesamtheit der beiden kommunizierenden Vakuolen als „Polkapsel“ bezeichnet. Mir ist diese Angabe Trappmann's unverständlich geblieben, da er ausdrücklich bemerkt: „eine Polkapselmembran ist bei *Nosema apis* nicht nachzuweisen; der aufgerollte Polfaden scheint in der reifen Spore der Sporenhülle an den vom Amöboidkeim freien Stellen dicht anzuliegen“.

Ein die beiden Vakuolen mehr oder minder schräg durchziehender Streifen ist auch von Schuberg für *Plistophora longifilis* beschrieben und als ein Endstück des ruhenden Polfadens gedeutet worden. Ähnliches berichtet Trappmann für *Nosema apis.* — Das von mir als „Polkörper“ bezeichnete Gebilde scheint anderen Autoren, außer vielleicht Trappmann, nicht aufgefallen zu sein. Doch bildet Ohmori (1912) bei den Sporen von *Nosema bombycis* in seinen Fig. 27, 28, 34 u. 39 ebenfalls ein polar gelegenes Körnchen ab, das etwa die gleiche Lage einnimmt wie das von mir bei *Plistophora Blochmanni* beschriebene Gebilde. Ohmori scheint es als metachromatisches Körperchen zu deuten. Was Trappmann's Angaben anbetrifft, so glaube ich, daß das von ihm als „Verdickungsring“ gedeutete Gebilde mit dem von mir als „Polkörper“ beschriebenen übereinstimmt. Hierfür sprechen folgende Gründe: In Trappmann's Abbildungen (Fig. 19—25) geht das Polfadenende kontinuierlich in den Verdickungsring über. Dieser wiederum ist nach Trappmann's bildlicher Darstellung scharf von der Kontur der Sporenhülle abgesetzt. Der „Verdickungsring“ scheint demnach ein Bestandteil des Polfadens zu sein. In Trappmann's Fig. 19—25 zeigt der „Verdickungsring“ eine zentrale Öffnung. Ich habe dieses Verhalten an meinem Objekt nicht beobachten können, wie aber bereits ausgeführt wurde,

muß eine solche Öffnung auch beim Polkörper angenommen werden. Es ist dies somit kein Argument, das gegen meine Deutung der Trappmann'schen Beobachtung sprechen würde. Endlich bildet Trappmann in Fig. 1 seiner Arbeit eine leere Sporenhülle ab, aus welcher der Amöboidkeim nahezu völlig ausgeschlüpft ist. Der Polfaden ist in diesem Fall bereits ganz abgestoßen. Die Trappmann'sche Figur der betreffenden Sporenhülle läßt nun an der Austrittsöffnung nichts von einem „Verdickungsring“ erkennen. Es liegt also nahe anzunehmen, daß das fragliche Gebilde mitsamt dem Polfaden abgestoßen wurde. Wenn der nach „innen eingeschlagene Verdickungsring“ ein Bestandteil der Sporenhülle ist, wie das Trappmann anzunehmen scheint, dann müßte er meiner Ansicht nach nicht bloß an ruhenden, sondern auch an leeren Sporenhüllen wahrzunehmen sein.

Die knopfartige Verdickung an abgestoßenen Polfäden, die ich mit dem Polkörper identifiziere, ist auch schon von Kudo (1913), Stempell (1909) und Nemeczek (1911) für andere Microsporidien beschrieben worden. Die beiden letzteren halten sie für Reste einer zusammengeschrumpften Polkapselmembran. Auf Grund meiner Beobachtungen muß ich diese Deutung ablehnen.

Daß Polfaden und Sporenhülle chemisch verschiedenartige Substanzen sind, hat nach Morgenthaler (1922) auch Kudo bei *Nosema apis* erkannt. Leider war mir Kudo's Arbeit nicht zugänglich, so daß ich nicht weiß, wie er dieses Resultat gefunden hat.

Was die von Mercier (1908 b) beschriebene, nicht näher benannte „*Plistophora*“ aus dem Fettkörper von *Periplaneta orientalis* anlangt, so kann sie auf Grund der spärlichen Angaben ihres Entdeckers nicht ohne weiteres den Microsporidien zugezählt werden. Das Vorkommen einer polfadenähnlichen Bildung, sowie das Auftreten zahlreicher Sporen im Pansporoblasten veranlassen Mercier, die Form dieser Gruppe einzuordnen. Nach meiner Ansicht genügt der Nachweis eines Polfadens allein noch nicht, um einen Parasiten „mit Sicherheit“ als Microsporidie anzusprechen. Polfadenähnliche Bildungen sind aus verschiedenen Gruppen des Tierreiches bekannt. Selbst unter den Protozoen sind sie nicht auf die Gruppe der Cnidosporidien beschränkt. Zahlreiche in einem Pansporoblasten vereinigte Sporen sind kein reines Microsporidienmerkmal. Solche Verhältnisse kommen auch bei anderen Sporozoengruppen vor. Die nach Mercier an der frischen Spore seines Objekts deutlich wahrnehmbare Nahtlinie sowie das Auftreten einer besonderen Polkapsel sind Eigentümlichkeiten, die bisher an typischen Microsporidien



nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnten, und deren Vorhandensein bei dieser Gruppe zum mindesten sehr zweifelhaft ist. Das Gleiche gilt für den Modus der Sporoblastenbildung der angeblichen „*Plistophora*“. Die Sporoblasten entstehen nach der Darstellung von Mercier durch endogene Knospung innerhalb des jungen Pansporoblasten. In diesem Verhalten erinnert Mercier's „*Plistophora*“ auffallend an *Coelosporidium periplanetae* L. u. Sp., nach Swarczewsky (1914) einer Haplosporidie. Soweit ich aus der Literatur ersehe, ist Sporoblastenbildung durch endogene Knospung bei typischen Microsporidien bisher nicht gefunden worden. Leider macht Mercier keine Angaben über den feineren Aufbau der Spore, insbesondere über die Lagerung des Amöboidkeims. In seinen Abbildungen erscheint das Sporeninnere völlig homogen gefärbt. Von den für Microsporidien charakteristischen beiden Vakuolen ist nichts zu erkennen. Eine sichere Entscheidung über die systematische Zugehörigkeit der Mercier'schen „*Plistophora*“ wird erst nach einer eingehenden Untersuchung dieser Form möglich sein.

Für die vegetativen Formen weichen meine Befunde von dem für *Thelohania Mülleri*, *Nosema bombycis*, *N. anomalum*, *N. apis* und einige andere Microsporidien bekannt gewordenen etwas ab. Vielkernige Plasmakörper oder Schläuche habe ich bei *Plistophora Blochmanni* nicht beobachtet. Auch der Vermehrungsmodus in der Schizogonie ist nach meiner Auffassung bei *Plistophora Blochmanni* einfacher als er für verschiedene andere Formen beschrieben wurde. Kleine kugelförmige Schizonten, die sich durch einfache Zweiteilung vermehren, sind von Léger u. Duboscq (1909) für *Gurleya Francotti* geschildert worden. Die Verhältnisse in der vegetativen Generation scheinen bei dieser Form ähnlich einheitlich zu sein wie bei meinem Objekt. Bei *Plistophora mirandellae* wurden von Vaney u. Conte (1901) als vegetative Formen rundliche Protoplasmakörper mit einer großen, klaren, zentral gelegenen Vakuole beschrieben. In diesen „formes amoeboides“ sollen die Sporen des Parasiten entstehen. Ich habe vakuolenführende vegetative Formen bei meinem Objekt nicht wahrgenommen. Der Umstand, daß nach Vaney u. Conte in den fraglichen Gebilden die Sporen entstehen, legt es nahe, anzunehmen, daß die beiden Autoren junge Pansporoblasten vor sich gehabt haben. Über den Modus der Sporoblastenbildung machen Vaney u. Conte keine Angaben.

Nach meinen Befunden über Schizogonie und Sporogonie von *Plistophora Blochmanni* ist es ausgeschlossen, daß die Gesamtheit des mit Pansporoblasten erfüllten „Parasitenschlauches“ aus einem

ursprünglich einheitlichen großen Parasitenkörper hervorgeht. Vielmehr verdankt jeder Pansporoblast einem Parasitenindividuum seine Entstehung. SCHUBERG (1910) hat bei *Plistophora longifilis* einen ähnlichen Entwicklungsgang vermutet.

Die Sporoblasten entstehen bei meinem Objekt letzten Endes durch Zerfall eines vielkernigen Stadiums unter vollständigem Verbrauch von dessen Plasmakörper. SCHUBERG nimmt bei *Plistophora longifilis* einen entsprechenden Bildungsgang an. Sporoblastenbildung durch simultanen Zerfall wird ferner von PÉREZ für *Thelohania moenadis* (1904) angegeben. Die von LÉGER u. DUBOSCQ (1909) für *Gurleya Francotti* gemachten Angaben können ebenfalls in diesem Sinne aufgefaßt werden.

Im Gegensatz hierzu wird für verschiedene *Thelohania*-Arten Sporoblastenbildung durch sukzessive Teilung beschrieben. Bei *Thelohania chaetogastris* SCHRÖDER und wahrscheinlich auch bei *Thelohania Légeri* HESSE verläuft die Sporoblastenbildung nach einem Modus, der zwischen sukzessiver Teilung und simultanem Zerfall liegt.

Für die Entwicklung der Sporoblasten zu definitiven Sporen komme ich im ganzen zu ähnlichen Ergebnissen wie SCHUBERG, OHMORI, WEISSENBERG, DEBAISIEUX [1]), TRAPPMANN. Nach den Angaben SCHUBERG's, OHMORI's und WEISSENBERG's sind die Sporoblasten der von ihnen untersuchten Formen einkernig. Von Schalen- und Polkapselzellen bzw. deren Kernen habe ich an meinem Objekt, so wenig wie die genannten Autoren an den ihrigen, etwas wahrnehmen können.

Über die Entstehung des Polfadens macht TRAPPMANN bei *Nosema apis* genauere Angaben. Ich habe die von ihm geschilderten Verhältnisse an meinem Objekt nicht wahrnehmen können. Da TRAPPMANN's Angaben bis jetzt nur in einer vorläufigen Mitteilung vorliegen, wird man vor einer Stellungnahme erst die angekündigte ausführliche Darstellung abwarten müssen.

Ich glaube nicht, daß STEMPELL's Annahme (1909) der Entstehung des Polfadens durch Einstülpung aus der Sporenhülle das Richtige trifft. Der Umstand, daß Polfaden und Sporenhülle chemisch verschiedenartige Substanzen sind, spricht gegen die STEMPELL'sche Annahme. Es liegt nahe, bei der Polfadenbildung die Entstehung der analogen Bildungen bei Myxosporidien und Cnidariern ins Auge zu fassen. Für letztere hat WILL (1910) bei *Syncoryne* und *Hydra* gezeigt, daß der Entwicklung des Nesselfadens ein Sekretionsprozeß

[1]) Nach Referat von MULSOW.

innerhalb der jungen Cnidoblastenzelle zugrunde liegt, an welchem der Kern derselben beteiligt ist. Entstehung des Nesselfadens durch Einstülpung, wie sie von anderen Autoren angenommen wurde, liegt somit auch bei den Cnidariern nicht vor. Auerbach's Darstellung (1910 b) der Polfadenentwicklung bei *Zschokella hildae*, einer Myxosporidie, deutet auf einen dem Will'schen Befund für die Cnidarier entsprechenden Bildungsmodus bei den Myxosporidien hin.

VIII. Verhalten der Sporen im Darm des Wirtstieres.

Für eine Anzahl von Microsporidien so für *Nosema bombycis*[1]), und *N. apis*[2]) ist nachgewiesen worden, daß die Infektion eines neuen Wirtes per os erfolgt. Für *Nosema (Glugea) anomalum* hat Weissenberg[3]) dasselbe wahrscheinlich gemacht.[4]) Vom Auftreten eines Zwischenwirtes ist bei diesen Formen nichts bekannt geworden. Auch bei den übrigen näher untersuchten Microsporidien ist bis jetzt ein solcher nicht nachgewiesen worden.

Der Gedanke, daß die Infektion bei der vorliegenden Art ebenso vor sich geht, war daher naheliegend. Um ihn nachzuprüfen, wurde einerseits eine Reihe von Infektionsversuchen angesetzt, andererseits das Verhalten der Sporen im Darm von *Gammarus pulex* einer näheren Untersuchung unterzogen. Über die Infektionsversuche wird im nächstfolgenden Abschnitt berichtet werden, an dieser Stelle sei zunächst das Ergebnis der Darmuntersuchung mitgeteilt.

Um das Verhalten der Sporen von *Plistophora Blochmanni* im Darm von *Gammarus pulex* zu beobachten, gelangten drei verschiedene Methoden zur Anwendung.

1. Die einem frisch getöteten infizierten Wirtstier entnommenen Sporen wurden in einen Tropfen physiologischer Kochsalzlösung ge-

---

[1]) Vgl. Stempell, W. 1909 und Ohmori, I. 1912.

[2]) Zander, E. 1921; Maassen, O. 1912; Fantham u. Porter (1912 a, b, c); Trappmann, W. 1923.

[3]) Weissenberg, R. 1913 und 1921.

[4]) Stempell's Infektionsversuche mit *Thelohania Mülleri* (Stempell 1902) kann ich nicht als unbedingt gelungen ansehen, da dieser Autor es unterlassen hat gleichzeitig Kontrollversuche anzusetzen. Übrigens hat Stempell schon 1902 selbst die Ansicht geäußert, daß seine Versuchstiere möglicherweise schon vor Versuchsbeginn infiziert waren. Erst 1909, anläßlich seiner gelungenen Infektionsversuche mit *Nosema bombycis*, spricht er auch seine früheren mit *Thelohania Mülleri* als gelungen an.

bracht, in welchem ein Stück des Mitteldarms eines *Gammarus* zerzupft war. Die Beobachtung wurde im hängenden Tropfen durchgeführt.

2. Einige Flohkrebse, die 2—3 Tage gehungert hatten, wurden mit Parasitenschläuchen gefüttert, die frisch getöteten Wirtstieren entnommen waren. Von den so behandelten Tieren wurden einige nach 4 bzw. 6 Stunden getötet, ihr Darm herauspräpariert, sein Inhalt in einem Tropfen physiologischer Kochsalzlösung zerzupft und im hängenden Tropfen untersucht. Bei den übrigen Tieren beschränkte ich mich darauf, die einige Zeit nach der Fütterung mit Sporen abgesetzten Exkremente einer näheren Prüfung zu unterziehen.

Bei der unter 1. angegebenen Versuchsanordnung konnte festgestellt werden, daß eine geringe Anzahl von Sporen schon nach kurzer Zeit (ca. $^1/_4$ Std.) ihre Polfäden ausgeschnellt hatten. Das Ausschlüpfen des Amöboidkeims aus der Sporenhülle konnte ich jedoch nicht beobachten.

Die Untersuchung des Darminhaltes von Tieren, die mit Sporen gefüttert waren, zeigte neben scheinbar unveränderten Sporen eine Anzahl mit ausgeschnellten Polfäden und eine mehr oder minder große Zahl leerer Sporenhüllen. Ich nehme an, daß die Amöboidkeime der letzteren in der Zwischenzeit ausgeschlüpft waren. Sie im ungefärbten Zustand im Detritus des übrigen Darminhaltes festzustellen war nach dieser Mothode nicht möglich. Auch bei dieser Versuchsanordnung gelang es nicht das Ausschlüpfen des Keimes aus der Sporenhülle direkt zu beobachten.

Die Kotuntersuchung gab ein ähnliches Bild wie die Untersuchung des Darminhaltes; neben scheinbar unveränderten Sporen eine Anzahl mit ausgeschleuderten Polfäden und zahlreiche leere Sporenhüllen. Bei den Sporen mit ausgeschnelltem Polfaden konnte ich stets nur kurze Fadenstücke feststellen. Es ist anzunehmen, daß der übrige Teil des Fadens bei der Bewegung des Darminhaltes gewaltsam abgerissen war, und so die dem Polfaden im allgemeinen zugeschriebene Funktion, die Sporen im Darm des Wirtes bis zum Ausschlüpfen des Amöboidkeims zu verankern, nicht mehr ausgeübt werden konnte.

3. Diese beiden Methoden erwiesen sich als ungeeignet, um feinere Strukturänderungen der Spore beim Aufenthalt im Darm des Wirtes erkennen zu lassen. Zu diesem Zweck, insbesondere aber um das Verhalten des Amöboidkeimkernes beim Aufenthalt der Spore im Darm des Wirtes festzustellen, behandelte ich einige Flohkrebse wie bei der zweiten Versuchsreihe, tötete je nach 2, $4^1/_2$,

$6^1/_2$, 15 und 45 Stunden eines der Tiere durch Abschneiden des Kopfes und zog nach Entfernung der letzten Abdominalsegmente von hinten mit der Pinzette den Darmtraktus heraus. Derselbe wurde nach Entfernung der Leberschläuche in toto fixiert, eingebettet, in 5 μ dicke Schnitte zerlegt und diese nach der üblichen Methode weiterbehandelt. Die Leberschläuche glaubte ich entfernen zu können, da ich bei den vorhergehenden Versuchen wiederholt festgestellt hatte, daß weder Sporen noch sonstige feste Bestandteile des Darminhaltes in ihr Lumen gelangen. In der Annahme, daß nach 15 bzw. 45stündigem Aufenthalt der Sporen im Darm, die Amöboidkeime zum Teil schon das Darmepithel durchdrungen haben und in die Körperhöhle eingewandert seien, fixierte ich diese Tiere in toto. Kopf und Hinterende wurde um ein besseres Eindringen des Fixierungsmittels zu ermöglichen, zuvor abgeschnitten.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung seien im folgenden der zeitlichen Reihenfolge nach besprochen. Nach 2, $4^1/_2$ und $6^1/_2$ Stunden befand sich der größte Teil der Sporen noch in der vorderen Hälfte des Mitteldarms, unterhalb jener Stelle, wo die Leberschläuche in ihn einmünden.

Die nach 2stündigem Aufenthalt im Darm fixierten Parasiten zeigten zum größten Teil noch das normale Aussehen der ruhenden Spore. Das Auftreten einer Anzahl von Sporen mit zweikernigem Amöboidkeim konnte festgestellt werden. Ganz vereinzelt waren leere Sporenhüllen zu sehen. Von freien Amöboidkeimen konnte ich hier mit Sicherheit nichts nachweisen.

Nach $4^1/_2$stündigem Aufenthalt im Darm zeigten zahlreiche Sporen weitgehende Veränderungen. Nach $6^1/_2$stündigem Aufenthalt ist die Mehrzahl der Sporen von diesen Veränderungen ergriffen, so daß ich die Beobachtungsergebnisse dieser beiden Fälle zusammenfassen kann.

Neben einer Anzahl einkerniger Sporen konnte ich eine relativ große Anzahl zweikerniger feststellen (Taf. 13 Fig. 29). Meist war der kompakte Bau des Kernchromatins, wie er in der ruhenden Spore zur Beobachtung gelangte einem mehr oder minder aufgelockerten Zustand gewichen. In einigen Fällen erschien die chromatische Substanz in zwei unregelmäßige Partien gesondert, die teils größeren, teils geringeren Abstand voneinander aufwiesen (Taf. 13 Fig. 28). Die Erscheinung macht den Eindruck einer promitotischen Kernteilung, ähnlich wie sie bei der Schizogonie des Parasiten zur Beobachtung gelangte. Ich nehme daher an, daß die zweikernigen Sporen aus den einkernigen hervorgehen.

In zahlreichen Fällen zeigt der Amöboidkeim nicht mehr die ringförmige Lagerung wie im ruhenden Zustand der Spore. Vordere und hintere Vakuole sind hier verschwunden. Der Keim erscheint als länglich ovales, amöboidartiges Gebilde, das keine gesetzmäßige Lagerung innerhalb der Sporenhülle erkennen läßt. Das Protoplasma dieser Amöboidkeime zeigt weniger dichte und gleichmäßige Beschaffenheit als jenes des ringförmigen, ruhenden Keims. Sein Volumen scheint im Verhältnis zum letzteren etwas vergrößert zu sein. Diese Amöboidkeime sind meist zweikernig, doch treten vereinzelt auch einkernige Amöboide auf, die eine ähnliche unregelmäßige Lagerung innerhalb der Sporenhülle erkennen lassen. In einigen Fällen konnte ich auch die oben geschilderten, von mir als Kernteilungsstadien gedeuteten Erscheinungen unter ihnen beobachten. Vielfach liegen die so beschaffenen Amöboidkeime dem verjüngten, also „vorderen" Sporenpol dicht an.

Ich glaube nicht, daß man diese Erscheinungen auf eine Schrumpfung zurückführen kann. Auf Schnittpräparaten durch ganze Infektionsherde oder in Deckglaszupfpräparaten, in denen öfters Schrumpfungserscheinungen auftraten, habe ich eine ähnliche Lagerung des Amöboidkeims nicht beobachtet. Da bei den in Betracht kommenden Fällen eine Sporenhülle deutlich erkennbar war, ist es ausgeschlossen, daß es sich hierbei um Sporoblasten handelt. Die nicht völlig entwickelten Sporen zeigen, wie ich das früher bereits auseinandergesetzt habe, ein ganz anderes Aussehen. Ich nehme daher an, daß es sich hier um Sporen handelt, die ihren Polfaden bereits aus- und abgestoßen haben, und in denen der Amöboidkeim kurz vor dem Ausschlüpfen steht. Ausgestoßene Polfäden konnte ich allerdings in den Präparaten nicht wahrnehmen. Doch hängt dies vermutlich mit der angewendeten Färbemethode zusammen, mit der eine Färbung ausgeschnellter Polfäden mir auch sonst nicht gelang. Es ist aber auch möglich, daß die Fäden, ähnlich wie bei den Trypsinversuchen (vgl. S. 302), durch die Verdauungssäfte des Darmes bereits zerstört worden waren. Für die Richtigkeit meiner Deutung spricht ferner der Umstand, daß es in einigen Fällen gelang Amöboidkeime zu beobachten, die bereits teilweise aus der Sporenhülle herausgetreten waren, die also offenbar im Moment des Ausschlüpfens fixiert wurden. Sie wiesen im übrigen das gleiche Aussehen auf wie die oben beschriebenen Bildungen. Von besonderem Interesse erschien mir die Kernzahl der im Ausschlüpfen begriffenen Amöboidkeime. In den beobachteten Fällen waren die Keime stets zweikernig. Da jedoch im ganzen nur drei

solche Fälle zur Beobachtung gelangten, so wird man dieses Ergebnis nicht ohne weiteres verallgemeinern können.

Neben diesen Formen konnte ich ferner im Darmlumen eine größere Anzahl leerer Sporenhüllen beobachten. Von diesen ist in den Balsampräparaten nur die sehr schwach tingierte ovale Konturlinie angedeutet. Bei stärkerer Abblendung sind sie jedoch infolge ihrer charakteristischen Form deutlich zu erkennen. Günstige Lagerung vorausgesetzt, zeigen sie am vorderen, verjüngten Ende, und zwar etwas schräg seitlich, eine Unterbrechung der gleichmäßigen Konturlinie. Die betreffende Stelle macht den Eindruck, als ob hier die Hülle mäßig eingerissen sei. Ich halte die Stelle für die Öffnung, durch welche der Amöboidkeim die Sporenhülle verlassen hat.

Es war anzunehmen, daß die Amöboidkeime diese leeren Hüllen bereits verlassen hatten und im Darmlumen frei auftraten. In der Tat konnte das Vorhandensein einer größeren Anzahl von kleinen, rundlichen bis ovalen im ganzen etwas unregelmäßigen Gebilden im Darm festgestellt werden. Sie lagen teils dicht neben leeren Sporenhüllen, teils in einem geringen Abstand von solchen (Taf. 13 Fig. 33). Nach Größe und Aussehen stimmten diese Körper völlig mit jenen Amöboidkeimen überein, die kurz vor dem Verlassen der Sporenhülle standen. Ich deute sie daher als ausgeschlüpfte freie Amöboidkeime. Diese Gebilde waren ein- oder zweikernig. Im ganzen überwogen die zweikernigen Formen. Bei einigen zeigte die chromatische Substanz einen mehr aufgelockerten, bei anderen wiederum einen mehr kompakten an die Verhältnisse im ruhenden Sporenkeim erinnernden Bau. Irgendwelche Anhaltspunkte, daß eine Verschmelzung der beiden Kerne stattfindet, daß somit die freien einkernigen Amöboide aus den entsprechenden zweikernigen hervorgehen, habe ich nicht gewonnen. Auch habe ich keinerlei Beobachtungen gemacht, daß die zweikernigen freien Amöboide eine Teilung ihres Protoplasmakörpers durchmachen.

Der 15 Stunden nach der Fütterung mit den Sporen des Parasiten fixierte *Gammarus* ließ im Lumen des hinteren Abschnitts des Mitteldarms eine außerordentlich große Zahl leerer Sporenhüllen erkennen. Stellenweise erschien das Darmlumen förmlich mit denselben vollgepfropft. Ich habe bei diesem Tiere nur ganz vereinzelt Sporen mit Inhalt angetroffen. Der einkernige Amöboidkeim derselben zeigte die ringförmige Lagerung wie im ruhenden Zustand. Auffallenderweise ließ die sorgfältigste Untersuchung sowohl des Darmlumens, wie auch der übrigen Teile des Wirtskörpers kaum

eine Spur von Amöboidkeimen erkennen. Nur einige wenige Gebilde, die mit einiger Sicherheit als solche angesprochen werden konnten, wurden unter dem übrigen Darminhalt beobachtet.

Nach der außerordentlich großen Anzahl leerer Sporenhüllen zu urteilen, wäre das Auftreten einer etwa gleich großen Anzahl freier Amöboidkeime im Darmlumen oder in anderen Teilen des Wirtskörpers zu erwarten gewesen. Ein Übersehen solcher Massen gleichartiger, wenn auch kleiner Gebilde erscheint ausgeschlossen.

In dem 45 Stunden nach der Fütterung mit Sporen fixiertem Tiere konnten weder im Darm noch im übrigen Gewebe des Wirtskörpers irgendwelche Gebilde festgestellt werden, die ich als Amöboidkeime hätte deuten können. Ebenso konnte ich bei diesem Tier im Darmlumen von leeren Sporenhüllen nichts mehr auffinden. Ich nehme an, daß dieselben mit anderweitigem Darminhalt bereits entleert waren.

Ehe ich an die Auswertung dieser Ergebnisse gehe, sei noch erwähnt, daß mich die Beobachtung der ersten Veränderungen der Sporen im vorderen Abschnitt des Mitteldarmes unweit der Mündung der Leberschläuche veranlaßte, die Einwirkung des Sekrets der Leberschläuche auf die Sporen besonders zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurden in einem Tropfen physiologischer Kochsalzlösung, in welchem sich Sporen des Parasiten befanden, einige Leberschläuche zerzupft. Das Ergebnis der mehrfach wiederholten Versuche fiel jedoch völlig negativ aus. Die Sporen zeigten keinerlei Veränderung. Auch eine Polfadenausschnellung kam nicht zustande.

Die Untersuchung des Verhaltens der Sporen im Darm des Wirtstieres läßt zunächst folgendes erkennen: schon nach wenigen Stunden erfolgt eine starke Vermehrung der zweikernigen Sporen auf Kosten der einkernigen; promitotische Kernteilung leitet von den letzteren zu den ersteren über. Polfadenausstülpung und Abstoßung scheint zu erfolgen. Wohl im Zusammenhang damit gibt der Keim seine ringförmige Gestalt auf und nimmt eine mehr oder minder unregelmäßige, amöboide Form an, wobei sich gleichzeitig sein Protoplasma auflockert und so sein Volumen etwas vergrößert wird. Seitlich terminal vom vorderen Sporenpol, also an jener Stelle an der auch der Polfaden austritt, schlüpft der Keim aus. Ob der Amöboidkeim im Zustand des Ausschlüpfens stets zweikernig ist, kann ich nicht mit Sicherheit entscheiden. Die wenigen beobachteten Fälle sprechen für ein solches Verhalten. Das Auftreten einer Anzahl einkerniger, freier Amöboide neben einer größeren Zahl zweikerniger Formen spricht dagegen. Für die Annahme, daß die einkernigen,

freien Amöboide aus den zweikernigen durch Verschmelzen der beiden Kerne entstehen, oder daß zwei einkernige Formen durch Teilung aus einem zweikernigen Stadium hervorgehen, für diese Annahme, wie gesagt, haben meine Beobachtungen keinerlei Anhaltspunkte geliefert. Da ich unter den Keimen, die nach meiner Auffassung kurz vor dem Ausschlüpfen stehen, verschiedentlich auch einkernige angetroffen habe, so ist es immerhin auch möglich, daß die freien einkernigen Amöboide direkt aus solchen Sporen hervorgegangen waren. Mit Rücksicht auf das weitere eigenartige Verhalten der Parasiten im Darm ist ein weiteres Eingehen auf die hieran anknüpfenden Fragen zwecklos.

Nach 15 Stunden erschien der Darm mit leeren Sporenhüllen angefüllt. Freie Amöboidkeime konnten im Darm nur ganz vereinzelt, im übrigen Körpergewebe oder in der Leibeshöhle überhaupt nicht festgestellt werden. Das Mißverhältnis zwischen der Zahl leerer Sporenhüllen und aufgefundener freier Amöboidkeime ist auffallend groß. Nach 45 Stunden ließ sich von parasitischen Elementen überhaupt nichts mehr feststellen. Ich kann mir diese Beobachtungen nicht anders deuten, als daß die ausgeschlüpften Amöboidkeime den Einflüssen der verdauenden Fermente des Gammarusdarmes zum Opfer gefallen sind. Daß sie mit dem übrigen Darminhalt ins Freie abgeschieden werden, ist nicht anzunehmen. Sie hätten dann neben den nach 15stündigem Darmaufenthalt in großen Mengen festgestellten leeren Sporenhüllen in größerer Zahl auftreten müssen.

Für dieses unerwartete und merkwürdige Verhalten der Amöboidkeime vermag ich einstweilen keine befriedigende Erklärung zu geben. Der Vermutung, daß die verfütterten Sporen nicht den nötigen Reifegrad erreicht hätten, steht die Tatsache entgegen, daß die Amöboidkeime im Darm zum Ausschlüpfen gelangen. Die Annahme, daß die Sporen zur Erlangung der Infektionsfähigkeit eine längere Ruheperiode außerhalb des Wirtskörpers durchmachen müssen, hat aus demselben Grunde wenig wahrscheinliches an sich. — Das Ergebnis dieser Untersuchungen stimmt jedenfalls mit jenem der negativ ausgefallenen künstlichen Infektionsversuche gut überein.

IX. Infektionsversuche.

In der Absicht einerseits die natürliche Infektion von *Gammarus* durch *Plistophora Blochmanni* kennen zu lernen, andererseits in den Besitz einer größeren Zahl von Jugendformen aus dem Entwicklungscyclus des Parasiten zu gelangen, stellte ich eine Reihe künstlicher Infektionsversuche an. In völliger Übereinstimmung mit dem was beim Verhalten der Sporen im Darm der Flohkrebse beobachtet werden konnte, verliefen sämtliche Infektionsversuche ergebnislos. Ich gebe daher im folgenden nur eine kurze Übersicht über die Anordnung und die Durchführung dieser Versuchsreihen.

Es wurden insgesamt 6 getrennte Versuche ausgeführt, die auf verschiedene Jahreszeiten verteilt waren. Die ersten Versuche liefen von Mitte Februar bis Mitte April 1923, die nächsten von Mitte Mai bis Mitte Juli desselben Jahres, die letzten 3 Versuche schließlich von Mitte bzw. Ende November 23 bis Ende Februar 24.

Zu den Versuchen wurden im ganzen 85 Bachflohkrebse verschiedener Altersstufen verwendet. Die Mehrzahl derselben entstammte Gewässern, in denen ich ein Vorkommen von *Plistophora Blochmanni* nicht feststellen konnte. Zu drei Versuchen wurden Flohkrebse aus der Elsach, also dem eigentlichen Fundort der vorliegenden Microsporidie benutzt. Ich wählte hierzu Tiere aus, die bei äußerer Betrachtung keinerlei Anzeichen einer Infektion erkennen ließen. Um das eventuelle Ergebnis dieser letzten Versuchsreihe sicher zu stellen, wurden gleichzeitig Kontrollversuche mit nicht infizierten, ebenfalls der Elsach entstammenden Tieren angesetzt.

Da ich von der Annahme ausging, daß die Infektion natürlicherweise „per os“ erfolgt, wie das ja für einige Microsporidien bereits nachgewiesen worden ist, so schlug ich bei den verschiedenen Experimenten den Weg der Futterinfektion ein. Dazu wurde jeweils eine Anzahl Flohkrebse ohne Nahrung in einer Glasschale isoliert. Nach zwei- bis dreitägigem Hungern wurden diese Tiere mit einem kleinen Bausch Fadenalgen gefüttert, der zuvor nach leichtem Abtrocknen mit Filtrierpapier in eine Sporenemulsion getaucht war. Zur Herstellung der Emulsion verwendete ich eine größere Zahl von „Parasitenschläuchen“, die frisch getöteten Wirtstieren mit äußerlich sichtbarer, möglichst umfangreicher Infektion entnommen wurden. Diese „Schläuche“ wurden in einigen Tropfen gewöhnlichen Aquariumwassers zerquetscht.

Die mikroskopische Prüfung des Algenbausches vor seiner Verfütternng zeigte, daß stets eine sehr große Anzahl von Sporen im Gewirr der Algenfäden festgehalten waren. Diese mußten beim Verzehren des Pflanzenmaterials von den Flohkrebsen mit aufgenommen werden. Der so präparierte Algenbausch wurde von den ausgehungerten Tieren stets in kurzer Zeit völlig vertilgt. Die am Tage nach der Fütterung vorgenommene Kotuntersuchung der künstlich infizierten Tiere ergab wiederholt die Anwesenheit zahlreicher leerer Sporenhüllen neben einigen scheinbar noch unlädierten Sporen.

In der Regel wurde die Fütterung mit Sporenmaterial in der angegebenen Weise nur einmal zu Beginn des Versuches vorgenommen. Nur bei den zwei letzten Experimenten, die insgesamt 28 Flohkrebse betrafen, wurden die Tiere im Abstand von 14 zu 14 Tagen, im ganzen dreimal mit Sporenmaterial gefüttert. Bei der letzten Versuchsreihe wurden ferner, um möglichst sicher zu gehen, an eine Anzahl von Tieren ganze „Parasitenschläuche" verfüttert, die anderen frisch getöteten Flohkrebsen entnommen waren. Dieselben wurden auch in vielen Fällen, soweit sich das mit der Lupe feststellen ließ, von den Versuchstieren restlos aufgenommen. Die Versuchstiere hielt ich in Glasschalen mit sehr flachem Wasserstand. Da in diesen Gefäßen auf verhältnismäßig engem Raum zahlreiche Tiere vereinigt waren, so wurde das Wasser derselben alle 3—4 Tage gewechselt. Während der Beobachtungszeit wurden die Versuchstiere ausschließlich mit Algenmaterial gefüttert. Die Tiere hielten sich bei dieser Behandlung im ganzen recht gut. Einige Wenige, die nach kürzerer oder längerer Zeit zu verenden drohten, wurden fixiert und einer eingehenden Untersuchung unterzogen.

Die äußerliche Untersuchung, die von Zeit zu Zeit an den Versuchstieren mit der Lupe vorgenommen wurde, ließ keinerlei Anzeichen eines Gelingens der Infektion erkennen. Es wurden daher insgesamt 12 der Versuchstiere 4—6 Wochen nach der ersten Fütterung mit Sporen fixiert, eingebettet und auf Schnittserien einer genauen mikroskopischen Untersuchung unterzogen. Auch diese verlief völlig ergebnislos.

Die verschiedenen stets ein negatives Ergebnis liefernden Infektionsversuche zeigen, daß auf die angegebene Art eine künstliche Infektion von *Gammarus pulex* mit *Plistophora Blochmanni* nicht möglich ist. Irgendein Faktor — organischer oder anorganischer Natur — der bei der natürlichen Infektion offenbar eine wichtige Rolle spielt, mußte bei meiner Versuchsanordnung außer acht gelassen worden sein. Da ich über denselben einstweilen keinerlei

positive Anhaltspunkte gewonnen habe, so ist ein weiteres Eingehen auf diesen Gegenstand zwecklos. Es muß einer späteren Untersuchung vorbehalten bleiben über den Infektionsmodus Aufklärung zu schaffen.

Literaturverzeichnis.

ALVERDES, FR. (1912): Über konzentrisch geschichtete Chitinkörper bei Branchipus grubii. Zool. Anz. Bd. 40.

AUERBACH, M. (1910a): Die Cnidosporidien. Leipzig.

— (1910b): Die Sporenbildung bei Zschokella und das System der Myxosporidien. Zool. Anz. Bd. 35.

— (1910c): Cnidosporidienstudien. Zool. Anz. Bd. 35.

BERTRAM, A. (1892): Beiträge zur Kenntnis der Sarcosporidien nebst einem Anhang über parasitische Schläuche in der Leibeshöhle von Rotatorien. Zool. Jahrb. (Abt. f. Anat.) Bd. 5.

BRUG, S. L. (1916): Die schwarzen Sporen („black spores“) bei der Malariainfektion im Mückenkörper. Arch. f. Protistenk. Bd. 36.

BÜTSCHLI, O. (1880—1882): Protozoa I u. III. in: BRONN's Klassen u. Ordnungen des Tierreiches.

CÉPÈDE, C. (1906): Sur une microsporidie nouvelle, Plistophora macrospora, parasite des Loches franches du Dauphiné. C. R. Ac. Sc. Paris T. 142.

DEBAISIEUX, P. (1913): Microsporidies parasites des larves de Simulium Thelohania varians. La Cellule. — Ref. von W. MULSOW 1914 im Arch. f. Protistenk. Bd. 33. [1])

DOFLEIN, F. (1898): Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. III. Zool. Jahrb. (Abt. f. Anat.) Bd. 11.

— (1916): Lehrbuch der Protozoenkunde. Jena. 4. Aufl.

FANTHAM, H. B. and A. PORTER (1912a): Microsporidiosis, a protozoal disease of bees due to Nosema apis, and populary known as Isle of Wight disease. Ann. Trop. Med. Parasit. Vol. 6.

— — (1912b): The morphology and life history of Nosema apis and the significance of its various stages in the so called Isle of Wight disease. Ibid.

— — (1912c): The dissemination of Nosema apis. Ibid.

GERSTAECKER u. ORTMANN (1901): Crustacea. in: BRONN's Klassen u. Ordnungen des Tierreiches Bd. 5.

HAEMPEL, O. (1908): Über die Fortpflanzung und künstliche Zucht des gemeinen Flohkrebses (Gammarus pulex L. u. G. fluviatilis R.). Allg. Fischereizeitung 33. Jahrg.

HARTMANN, M. (1909): Autogamie bei Protisten und ihre Bedeutung für das Befruchtungsproblem. Arch. f. Protistenk. Bd. 14.

— (1912): Das System der Protozoen. in: v. PROWAZEK, Handbuch der pathogenen Protozoen Bd. 1.

[1]) Originalarbeit war mir nicht zugänglich.

Hartmann, M. u. O. Schilling (1917): Die pathogenen Protozoen. Berlin.

Henneguy, F. et P. Thélohan (1892): Sur une sporozaire parasite des muscles des crustacés décapodes. C. R. Soc. de Biol. T. 4.

Hesse, E. (1904 a): Thélohania Légeri n. sp., microsporidie nouvelle, parasite des larves d'Anopheles maculipennis Meig. Ibid. T. 56.

— (1904 b): Sur le développement de Thelohania Légeri Hesse. Ibid. T. 56.

— (1905): Sur Myxocystis Mràzeki Hesse, Microsporidie parasite de Limnodrilus Hoffmeisteri Clap. Ibid. T. 58.

Koehler, A. (1921): Die chemische Zusammensetzung der Sporenschale von Nosema apis. Zool. Anz. Bd. 53.

Krassiltschek, I. M. (1896): Sur une nouvelle propriété du corpuscule de la pébrine. C. R. Ac. d. Sc. Paris T. 123.

Kudo, R. (1913): Eine neue Methode, die Sporen von Nosema bombycis Nägeli mit ihren ausgeschnellten Polfäden dauerhaft zu präparieren und deren Länge genauer zu bestimmen. Zool. Anz. Bd. 41.

Labbé, A. (1899): Sporozoa. in: Das Tierreich. 5. Liefg. Deutsche Zool. Ges.. Berlin.

Léger, L. et O. Duboscq (1909): Protiste parasites de l'intestin d'une larve de Ptychoptera et leur action sur l'hôte. Acad. Roy. d. Belgique Bull. Cl. S. Année 1909.

Léger, L. et E. Hesse (1907): Sur une nouvelle Microsporidie parasite de la Sardine. C. R. Ac. d. Sc. Paris T. 145.

— — (1921): Microsporidies à spores sphériques. Ibid. T. 173.

— — (1922): Microsporidies bactériformes et essai de systématique du groupe. Ibid. T. 174.

Lühe, M. (1900): Ergebnisse der neueren Sporozoenforschung. Jena 1900.

Maassen, O. (1911): Zur Ätiologie und Epidemiologie der Ruhr bei den Bienenvölkern. Mitteil. d. Kais. Biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft. Tätigkeitsbericht für 1911. Berlin.

— (1912): Über die Nosemakrankheit der Bienen. Ibid. Tätigkeitsbericht f. 1912.

— (1916): Über Bienenkrankheiten. Ibid. Tätigkeitsbericht f. 1914 u. 1915.

— (1919): Weitere Mitteilungen über Bienenkrankheiten und ihre Bekämpfung. Ibid. Tätigkeitsbericht f. 1916—1918.

Mercier, L. (1908 a): Sur le développement et la structures des spores de Thelohania Giardi Henneguy. C. R. Acad. Sc. Paris T. 146.

— (1908 b): Néoplasie du tissu adipeux chez les Blattes (Periplaneta orientalis L.) parasitées par une Microsporidie. Arch. f. Protistenk. Bd. 11.

— (1909): Contribution à l'étude de la sexualité chez les Myxosporidies et chez les Microsporidies. Mém. Ac. Belg., Cl. d. Sc. mem. T. 2.

Morgenthaler, O. (1922): Der Polfaden von Nosema apis Zd. Arch. f. Bienenkunde 4. Jahrg.

Mrázek, A. (1910): Sporozoenstudien. Zur Auffassung der Myxocystiden. Arch. f. Protistenk. Bd. 18.

Nemeczek, A. (1911): Beiträge zur Kenntnis der Myxo- und Microsporidien der Fische. Ibid. Bd. 22.

Ohmori, I. (1912): Zur Kenntnis des Pebrine-Erregers Nosema bombycis Nägeli. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt Bd. 40.

Pérez, Ch. (1904): Sur une microsporidie parasite du Carcinus moenas. C. R. Soc. d. Biol. T. 56.

Pérez, Ch. (1908): Zur Duboscquia Légeri, Microsporidie nouvelle parasite du Termes lucifugus, et sur la classification des Microsporidies. Ibid. T. 65.

Perrin, W. S.: (1906): Observations on the structure and life-history of Plistophora periplanetae Lutz and Splendore. Quart. Journ. of Micr. Sci. Vol. 49.

Pfeiffer, L. (1895): Nachträge zu: Die Protozoen als Krankheitserreger. I (p. 1—32), II (p. 74—93 und 117—122). Korresp.-Bl. d. Allg. ärztl. Ver. v. Thüringen Jahrg. 24.

Prell, H. (1915): Zur Biologie der Tachinen Parasitigena segregata Rdi. und Panzeria rudis Fall. Zeitschr. f. angew. Entomologie Bd. 2.

Schuberg, A. (1910): Über Microsporidien aus dem Hoden der Barbe und durch sie verursachte Hypertrophie der Kerne. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt Bd. 33.

Schulze, P. (1922): Bau und Entladung der Penetranten von Hydra attenuata. Arch. f. Zellforschung 1922.

Schröder, O. (1909): Thelohania chaetogastris, eine neue in Chaetogaster diaphanus Gruith schmarotzende Microsporidienart. Arch. f. Protistenk. Bd. 14.

— (1912): Cnidosporidien. in: v. Prowazek, Handb. d. path. Protozoen Bd. 1.

— (1914): Beiträge zur Kenntnis einiger Microsporidien. Zool. Anz. Bd. 43.

Shiwago, P. (1909): Über Vermehrung bei Plistophora periplanetae Lutz u. Splendore. Zool. Anz. Bd. 34.

Stempell, W. (1901): Zur Entwicklung von Plistophora Mülleri L. Pfr. Ibid. Bd. 24.

— (1902): Über Thelohania Mülleri L. Pfr. Zool. Jahrb. (Abt. f. Anat.) Bd. 16.

— (1904): Über Nosema anomalum Monz. Arch. f. Protistenk. Bd. 4.

— (1909a): Über die Entwicklung von Nosema bombycis Naegeli. Zool. Anz. Bd. 34.

— (1909b): Über Nosema bombycis Naegeli. Arch. f. Protistenk. Bd. 16.

— (1910): Zur Morphologie der Microsporidien. Zool. Anz. Bd. 35.

— (1919): Untersuchungen über Leptotheca coris n. sp. und das in dieser schmarotzende Nosema marionis Thél. Arch. f. Protistenk. Bd. 40.

Swarczewsky, B. (1914): Über den Lebenscyclus einiger Haplosporidien. Ibid. Bd. 33.

Swellengrebel, N. H. (1911): The life-history of Pleistophora gigantea Thélohan (Glugea gigantea Thél.). Parasitology Vol. 4.

Thélohan, P. (1891): Sur deux Sporozoaires nouveaux, parasites des muscles des Poissons. C. R. Ac. d. Sc. Paris T. 112.

— (1892): Note sur la Glugea microspora. C. R. Soc. d. Biol. T. 4.

— (1894): Sur la presence d'une capsule à filement dans les spores des microsporidies. C. R. Ac. d. Sc. Paris T. 118.

Trappmann, W. (1923): Morphologie und Entwicklungsgeschichte von Nosema apis Zander. Arch. f. Bienenkunde 5. Jahrg. und Arb. a. d. Biol. Reichsanst. f. Land- und Forstwirtschaft Bd. 11.

Vaney, C. et A. Conte (1901): Sur une nouvelle Microsporidie, Plistophora mirandellae, parasite l'ovaire d'Alburnus mirandellae Blanch. C. R. Ac. d. Sc. Paris T. 133.

Weissenberg, R. (1911): Über Microsporidien aus dem Nervensystem von Fischen Glugea lophii Dofl.) und die Hypertrophie der befallenen Ganglienzellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 78.

— (1913): Beiträge zur Kenntnis des Zeugungskreises der Microsporidien Glugea anomala Monz. und hertwigi Weissenberg. Ibid. Bd. 82.

— (1921): Zur Wirtsgewebsableitung des Plasmakörpers der Glugea anomala-Cysten. Arch. f. Protistenk. Bd. 42.



Weissenberg, R. (1922a): Microsporidien, Myxosporidien und Chlamydozoen als Zellparasiten von Fischen. Verh. d. deutsch. Zool. Ges. 27. Jahresvers. Berlin 1922.

— (1922b): Fremddienliche Reaktionen beim intracellulären Parasitismus, ein Beitrag zur Kenntnis gallenähnlicher Bildungen im Tierkörper. Ibid.

Will, L. (1910): Die sekretorischen Vorgänge bei der Nesselkapselbildung der Coelenteraten. Sitz.-Ber. u. Abh. d. Naturf. Ges. Rostock. N. F. Bd. 2.

Willer, A. (1922a): Untersuchungen zur Kenntnis der Ernährungsphysiologie von Gammarus pulex L. II. Schriften d. phys.-ök. Ges. Königsberg 63. Jahrg.

— (1922b): Nahrungsuntersuchungen bei niederen Wassertieren. Zeitschr. f. Fischerei Berlin, N. F. Bd. 5.

Wundsch, H. H. (1922): Beiträge zur Biologie von Gammarus pulex L. Arch. f. Hydrobiol. Bd. 13.

Zander, E. (1921): Krankheiten und Schädlinge der erwachsenen Bienen. in: Handb. d. Bienenkunde Bd. 2. Stuttgart, II. Aufl.

Tafelerklärung.

Tafel 12—16.

Wenn keine andere Angabe: Fixation: Schaudinn'sche Lösung, Färbung: Hämalaun-Orange oder Hämalaun-Eosin. — Optik bei den stärkeren Vergrößerungen (soweit keine andere Angabe): Zeiss Apochr. 1.5 mm Comp. Ok. 8.

Tafel 12.

Fig. 1. *Gammarus pulex* L., erwachsenes Tier mit zwei Infektionsherden von *Plistophora Blochmanni*. Vergr. 8 ×. i: Infektionsherde.

Fig. 2. Querschnitt durch das Abdomen eines infizierten *Gammarus*. m_1: infiziertes Muskelbündel. m_{2-4}: gesunde quer getroffene Muskulatur. m^1: längs getroffene Muskelbündel. h: Harnschläuche. d: Mitteldarm. l_{1-4}: Leberschläuche. g: Ganglion. Vergr. 80 ×.

Fig. 3. Längsschnitt durch das Abdomen eines infizierten *Gammarus* parallel zur Sagittalebene. m: infiziertes Muskelbündel. Zeich. App. Vergr. 80 ×.

Fig. 4. Teil eines Längsschnittes durch ein infiziertes Muskelbündel bei stärkerer Vergrößerung. m_1: normales Muskelbündel. m_2: infiziertes Bündel. p: Pansporoblasten. k_{1-4}: Kerne der Muskelbündel. Zeiss Hom. Immers. $^1/_{12}$ Comp. Ok. 3. Vergr. 720 ×.

Fig. 5. Infiziertes Abdominalganglion. Längsschnitt. p: Pansporoblasten. Vergr. 360 ×.

Tafel 13.

Fig. 6. Quergeschnittener Infektionsherd mit „braunen" Randpartien (die dunkel gehaltenen Stellen). b: Bindegewebszellen. br: „braune" Randpartien. m: gesunde quergetroffene Muskulatur. h: Harnschlauch. d: Teilstück des Darmrohrs. l: Teil eines Leberschlauches. Zeich. App. Vergr. 360.

Fig. 7. Randpartie eines Infektionsherdes mit intensiv gefärbten Pansporoblastenhüllen. m: quergetroffene Muskelfasern. p: Pansporoblasten. Eisenhäm. n. H., nicht differenziert. Zeiss Hom. Öl-Im. $^1/_{12}$, Comp. Ok. 3. Vergr. 720.

Fig. 8, 9. Sporen im frischen Zustand. Verg. ca. 3500.

Fig. 10. Pansporoblast mit reifen Sporen im frischen Zustand. Vergr. ca. 1200.

Fig. 11. Entwicklungsstadium aus der Sporogonie im frischen Zustand. Vergr. ca. 1200.

Fig. 12, 13, 14. Sporen nach Zusatz von Pikrinsäure-Eisessig. Verg. ca. 3500.

Fig. 15. Spore mit Endstück des ausgeschnellten Polfadens. Eisenhäm. n. H. Vergr. ca. 3500.

Fig. 16. Entwicklungsstadium aus der Sporogonie mit Andeutungen einer zelligen Sonderung. Lebendfrisch gez. Vergr. ca. 1200.

Fig. 17. Sechssporiger Pansporoblast im gefärbten Zustand. Zupfpräparat. Vergr. ca. 1500.

Fig. 18, 19. Sporen nach kurzem Erwärmen. Vergr. ca. 3500.

Fig. 20. Leere Sporenhülle aus dem Darm eines *Gammarus*. Vergr. ca. 3500.

Fig. 21 Wie Fig. 15.

Fig. 22. Querschnitt durch einen jungen nur Schizonten enthaltenden Infektionsherd. m: quergetroffene noch gesunde Muskelfasern des infizierten Bündels. sch: Schizonten des Parasiten, bei s_1: Kernteilung. s_2: schlauchförmige Anordnung einkerniger Schizontenindividuen. k: Kerne des Muskelbündels. h: Harnschlauch. l: Leberschlauch. Vergr. ca. 1000.

Fig. 23, 24. Verschiedene Stadien aus der Schizogonie. Vergr. ca. 1000.

Fig. 25. Schizonten bei stärkerer Vergrößerung gezeichnet, ca 3500.

Fig. 26. Zweikernige reife Spore. Vergr. ca. 3500.

Fig. 27. Einkernige „geschrumpfte“ Spore. Vergr. ca. 3500.

Fig. 28. Spore nach $4^1/_2$ stündigem Aufenthalt im Darm des Wirtstieres. Kernteilung. Vergr. 3500.

Fig. 29. Zweikernige Spore nach $4^1/_2$ stündigem Aufenthalt im Darm des Wirtstieres. Vergr. ca. 3500.

Fig. 30—32. Reife Sporen nach Eisenhämatoxylinfärbung. p: „Polkörper“. Vergr. ca. 3500.

Fig. 33. Sporenhülle und ausgeschlüpfter Amöboidkeim. $4^1/_2$ Stunden nach künstlicher Futterinfektion. Vergr. ca. 3500.

Fig. 34—37. Schizonten im Stadium der Kernteilung bei stärkerer Vergrößerung gezeichnet, ca. 3500.

Tafel 14.

Fig. 38. „Braune“ Randpartie des in Fig. 6 wiedergegebenen Infektionsherdes bei stärkerer Vergrößerung. b: Bindegewebszellen. p: Pansporoblasten mit normalen Sporen. l: von brauner „Kittsubstanz“ allseitig umgebene leere Hohlräume. p_1: Pansporoblasten mit beginnendem Zerfall der Sporen bzw. Sporoblasten. Vergr. 1150.

Fig. 39—45. Sporen aus einem relativ jungen Infektionsherd mit stark entwickelten „metachromatischen Körpern“. m: „metachromatische Körper“. k: Kern. Giemsa-Färbung $^1/_2$ Stunde. Vergr. ca. 4200.

Fig. 46. Spore nach vierwöchentlichem Liegen in Wasser. Giemsa-Färbung. 9 Stunden. Vergr. ca. 4200.

Fig. 47. „Reife“ Sporen nach zweiwöchentlichem Liegen in Wasser. q: Spore im optischen Querschnittsbild. k: Kern. p: Polkörper. Vergr. ca. 4200.

Fig. 48. Abnorme Sporenform. Vergr. ca. 4200.

Fig. 49. Spore nach stark differenzierter Eisenhämatoxylinfärbung. Vergr. ca. 4200.

Tafel 15.

Fig. 50—54. Jüngere und ältere Stadien aus der Sporogonie. In Fig. 54 achtkerniger Sporont mit beginnender Plasmakondensation. Kernteilung nicht vollendet. In der Figur sind nur 4 Kerne dargestellt. Die übrigen 4 Kerne liegen unterhalb der 4 eingezeichneten und wurden der Übersichtlichkeit wegen weggelassen. Vergr. ca. 4000.

Fig. 55. Atypisches Stadium aus der Sporogonie. Vergr. ca. 4000.

Tafel 16.

Fig. 56—61. Ältere Stadien aus der Sporogonie. Vergr. ca. 3500—4000.

Fig. 62 u. 63. Pansporoblasten. Vergr. ca. 3500.

Fig. 64—75. Entwicklungsgang der Sporoblasten bis zur reifen Spore. Vergr. ca. 3500.

(Aus dem Zoologischen Institut der Forstl. Hochschule Tharandt.)

Plistophora Blochmanni. II.

(Bemerkungen zu einer Microsporidienarbeit von P. Debaisieux.)

Von

W. Zwölfer.

(Hierzu 1 Textfigur.)

1923/24 hatte ich im Zoologischen Institut Tübingen Bau und Entwicklung von *Plistophora Blochmanni*, einer Microsporidie aus *Gammarus pulex* L., näher untersucht, und meine Ergebnisse in einer ausführlichen Arbeit niedergelegt (17). Leider bin ich erst längere Zeit nach Abschluß meines Manuskriptes mit einigen einschlägigen Arbeiten von P. Debaisieux bekannt geworden (1—4), von denen die eine (2, III) anscheinend über denselben Parasiten handelt. Da ich auf Grund meiner vollständigeren Beobachtungen in verschiedenen wichtigen Punkten, insbesondere solchen, die die Entwicklung des Parasiten betreffen, zu grundsätzlich anderen Schlußfolgerungen gelangt bin, und der genannte Autor die Befunde an seinen — wie er selbst zugibt — nicht völlig befriedigenden Präparaten [1]) zu weitgehenden, über diese spezielle Art hinausgreifenden theoretischen Erörterungen verwertet, so scheint mir eine nachträgliche Stellungnahme zu seinen Ergebnissen notwendig. Im folgenden soll im wesentlichen nur seine Arbeit über „*Glugea Mülleri* L. Pfr.“ (2, III) berücksichtigt werden; eine Stellungnahme zu den übrigen einschlägigen Untersuchungen, sowie zu einigen neueren Arbeiten von R. Kudo (5, 6) behalte ich mir für eine spätere Gelegenheit vor.

[1]) (2, III, p. 162:) „... la netteté des préparations de cette espèce laisse en général à désirer ...“



Was zunächst die Identität der mir vorliegenden Microsporidie mit der von Debaisieux untersuchten anbetrifft, so läßt sich dieselbe nicht mit absoluter Sicherheit nachweisen. Die Debaisieux'sche Art soll als Parasit in der abdominalen Muskulatur von *Gammarus locusta* L. leben. Er identifiziert sie mit jenen Formen, die L. Pfeiffer 1895 als „*Glugea Mülleri* n. sp." aus *Gammarus pulex* L. beschrieben hat — also aus jenem Wirtstier, daß auch die mir vorliegende Art beherbergt. Auf die verschiedene Artzugehörigkeit der Wirte seines und des Pfeiffer'schen Parasiten geht Debaisieux nicht ein. Trotz dieses Umstandes glaube ich annehmen zu dürfen, daß mir dieselbe Form vorgelegen hat wie Debaisieux. Seine mit meinen Angaben weitgehend übereinstimmenden Beobachtungen über äußerlich erkennbare Merkmale der Infektion, über Häufigkeit und Verteilung der Parasitenherde im Wirtsgewebe, sowie endlich die in seinen Abbildungen wiedergegebenen Entwicklungsstadien, machen dies sehr wahrscheinlich.

Es ist übrigens nicht ausgeschlossen, daß Debaisieux bei der Benennung seines Wirtstieres ein Irrtum unterlaufen ist. Seine Bemerkung (p. 173): „La microsporidie trouvée dans les muscles de *Gammarus locusta* L. paraît être la même que celle décrite dans ce même[1]) hôte par Pfeiffer", in der er *Gammarus locusta* L., einen marinen Amphipoden und typischen Küstenbewohner[2]), dem Pfeiffer-schen Wirtstier *Gammarus pulex* L., einer Süßwasserform, gleichsetzt, läßt dies vermuten. Ich glaube daher der Differenz in der Artbezeichnung der beiden Wirtstiere, dem einzigen Punkte, der gegen die Gleichsetzung unserer beiden Microsporidien herangezogen werden könnte, kein allzu großes Gewicht beilegen zu dürfen.

Was den Entwicklungsgang im allgemeinen anbetrifft, so treten nach Debaisieux in der vegetativen Generation zwei verschiedene Cyclen auf. Der eine besteht im Heranwachsen einkerniger Ausgangsstadien unter sukzessiver Kernteilung zu vielkernigen, von einer Hülle umgebenen „Plasmodien". Diese gehen durch Zerfallsteilung in einkernige Elemente über („individus uninucléés à noyau double"), welche als Stadien einer sexuellen Phase gedeutet und als „copulae autogamiques" bezeichnet werden. Aus jedem derselben sollen durch Teilung zwei Sporoblasten entstehen, welche sich in je eine Spore umwandeln.

[1]) Von mir gesperrt.

[2]) Vgl. Gerstaecker u. Ortmann, Crustacea. in: Bronn's Klassen u. Ordn. Bd. 5 1901 p. 420—425 u. 427—428.

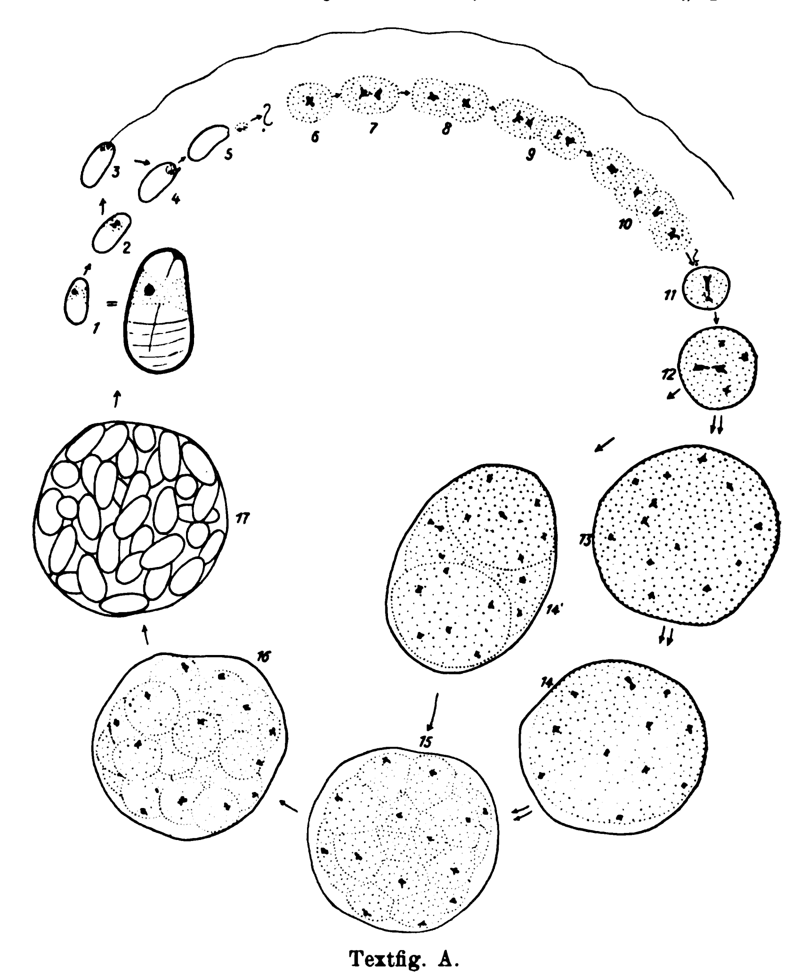
Der zweite vegetative Cyclus verläuft zunächst analog dem ersten: Heranwachsen einkerniger Formen zu umhüllten „Plasmodien“ und Zerfall derselben in zahlreiche „copulae autogamiques“. Statt nun wie im ersten Falle sich in Sporoblasten und weiterhin in Sporen zu verwandeln, sollen diese das Schicksal ihres Mutterindividuums wiederholen. Jedes wächst zu einem selbständigen „Plasmodium“ heran, welches schließlich in einkernige Elemente zerfällt. Diese verhalten sich weiterhin wie die „copulae“ im ersten Cyclus oder wiederholen wie im zweiten Cyclus die „Plasmodienbildung“. Nach Debaisieux's Vorstellung besitzen somit die aus dem Zerfall eines „Plasmodiums“ hervorgegangenen „copulae autogamiques“ die Fähigkeit ihrer Bestimmung, der Sporenbildung, auszuweichen und wieder den Charakter einkerniger Ausgangsformen der vegetativen Entwicklung anzunehmen („retour aux states initiaux“).

Nach meinen Ergebnissen ist der Entwicklungsgang verhältnismäßig einfach (Textfig. A). Der in der Regel einkernige Amöboidkeim der ruhenden Spore (Fig. A_1) wird nach Aufnahme derselben in den Darm eines Wirtstieres (anscheinend stets) zweikernig und verläßt nach Aus- und Abstoßung des Polfadens die Sporenhülle (Fig A_{2-5}). Auf welchem Wege die Invasion eines Muskelbündels erfolgt, konnte nicht festgestellt werden. Die Schizogonie besteht in einer einfachen Zweiteilung kleiner einkerniger Stadien (Fig. A_{6-10}), die Sporogonie in einem Heranwachsen ursprünglich wohl einkerniger Formen unter sukzessiver Kernteilung zu umhüllten, vielkernigen Sporonten (Fig. A_{11-13}), in denen schließlich eine Plasmakondensation eintritt (Fig. A_{14}). Mit dem Übergang der Sporontenkerne in ein Stadium relativer Ruhe beginnt eine zellige Differenzierung des Plasmakörpers (Fig. A_{15}), die in seinem Zerfall in einkernige Elemente — den Sporoblasten — ihren Abschluß findet (Fig. A_{16}). Diese wandeln sich ohne weitere Teilung direkt in Sporen um (Fig. A_{17}). Einige nur selten auftretende Stadien (Fig. $A_{14'}$) halte ich für eine unwesentliche Modifikation des normalen Verlaufs der Sporogonie. Sie gehen aus Teilungen junger Sporontenkörper hervor. Die einzelnen Teilstücke verhalten sich weiterhin wie der Plasmakörper der Sporonten im normalen Entwicklungsgang. Ob die Endstadien der Schizogonie (Fig. A_{10}) direkt in die Anfangsstadien der Sporogonie (Fig. A_{11}) übergehen, oder ob an dieser Stelle Befruchtungsvorgänge eingeschaltet sind, konnte nicht entschieden werden.

Der von Debaisieux aufgestellte komplizierte Entwicklungsgang weicht demnach ganz erheblich von meiner Auffassung ab. Wenn ich im folgenden seine Gründe einer eingehenden Diskussion

unterziehe, so geschieht dies vor allem um dem Einwand zu begegnen, daß neben dem einfachen Entwicklungsgang, wie ich ihn beschrieben habe, noch ein zweiter vorliegen könnte, der seiner Auffassung entspricht.

Debaisieux's Beobachtungen über Entwicklungsstadien des Parasiten beschränken sich auf jene Formen, die von mir als „Sporonten"



Textfig. A.

und „Pansporoblasten" bezeichnet wurden. Die eigentliche Schizontengeneration, die sich im großen ganzen analog wie bei anderen Microsporidien verhält, scheint ihm mangels geeigneten Untersuchungsmaterials vollständig entgangen zu sein. So ist es verständlich, wenn er die von mir als „Sporonten" bezeichneten jungen

Pansporoblasten, die seinen „Plasmodien“ entsprechen, irrtümlich als Stadien einer vegetativen Generation auffaßt. Der sich dabei erhebenden theoretischen Schwierigkeit, die Entstehung der in jedem Herd in ungeheuerer Anzahl vorhandenen Pansporoblasten („kystes secondaires“), zu erklären, weiß er in sehr scharfsinniger Weise durch die Annahme eines zweiten vegetativen Entwicklungscyclus zu begegnen („retour aux stades initiaux“) — eines Entwicklungsganges, in welchem die einkernigen Zerfallsprodukte eines Sporonten wieder den Charakter junger vegetativer Formen annehmen und von neuem zu vielkernigen Gebilden heranwachsen sollen.

p. 169 seiner Arbeit äußert er hierüber: „Un argument théorique pourrait à la rigeur appuyer cette façon de voir: la transformation des copulae en stades végétatifs explique l'accroissement continu de la tumeur et l'existence d'îlots épars de parasites jeunes. Ces îlots épars expliqués par la division d'éléments végétatifs uninucléés conduiraient à supposer la migration de ces éléments à l'intérieur de la tumeur, ce qui est incompatible avec l'existence des kystes secondaires“.

Es sind im wesentlichen diese zwei theoretischen Gesichtspunkte, die Debaisieux veranlaßten einen Entwicklungsgang seines Parasiten anzunehmen, der — wie er selbst zugibt — „beträchtlich von jenen abweicht, die bis jetzt beschrieben worden sind“. Bezüglich des ersten Arguments sei nur bemerkt, daß selbstverständlich durch fortgesetzte Zweiteilung einkerniger Schizonten, das Heranwachsen der Parasitenherde auch erklärt werden kann, und daß der Richtigkeit dieser Auffassung um so mehr Wahrscheinlichkeit zukommt, als sie prinzipiell dem entspricht, was von anderen Microsporidien bekannt geworden ist. Daß sie gegenüber der Debaisieux'schen Ansicht den Vorzug hat einfacher und zwangloser zu sein, wird ohne weiteres zugegeben werden müssen. Auch der zweite Grund, das zerstreute Vorkommen jüngerer Stadien inmitten älterer, scheint mir nicht stichhaltig zu sein. Es ist — selbst rein theoretisch betrachtet — durchaus nicht notwendig ein Einwandern dieser Elemente in das Innere des Tumors anzunehmen, wenn man sie aus der Zweiteilung einkerniger vegetativer Formen hervorgehen lassen will. Sie stellen vereinzelt in ihrer Entwicklung etwas zurückgebliebene Parasitenindividuen vor. Eine Ansicht, zu deren Gunsten jedenfalls die Tatsache spricht, daß es sich hierbei fast stets um Stadien aus der Sporogonie handelt, also immerhin um Formen, die schon ein und demselben Entwicklungscyclus angehören. Da, wie ich zeigen konnte

(vgl. S. 304 meiner Arbeit Fall 2), die Umwandlung der Endstadien der Schizogonie in Anfangsstadien der Sporogonie nicht gleichzeitig sämtliche Individuen eines Herdes erfaßt, so leuchtet ein, daß in späteren Phasen geringe Entwicklungsdifferenzen bei nebeneinander liegenden Parasitenindividuen vorkommen können.

Als Beobachtungen liegen der Debaisieux'schen Theorie vom Vorhandensein eines zweiten vegetativen Entwicklungscyclus einige Stadien zugrunde, die auch ich wahrgenommen habe. Es handelt sich um jene Formen, die ich (siehe oben und S. 316 meiner Arbeit) als gelegentliche Modifikationen des normalen Verlaufs der Sporogonie beschrieb. Im Gegensatz hierzu vertritt Debaisieux den Standpunkt, daß diese Bildungen vielkernige vegetative Stadien vorstellen, die aus den „copulae autogamiques" eines Pansporoblasten hervorgegangen sind. Die von mir vertretene Auffassung erwägt Debaisieux ebenfalls, lehnt sie jedoch ab mit dem Hinweis, daß in diesen Stadien noch Kernteilungsphänomene auftreten. Läge hier — so etwa ist der Gang seiner Begründung — die Aufteilung eines „Plasmodiums" in einkernige „copulae" vor, so müßten die Kernteilungen abgeschlossen sein, und die Kerne sich im Stadium relativer Ruhe befinden. Diese Angabe entspricht durchaus meinen eigenen Befunden (siehe oben). Demgegenüber muß jedoch ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß der Ruhezustand der Kerne erst dann vorliegt, wenn die Differenzierung des Binnenkörpers [1]) in einkernige zellige Elemente einsetzt, wie sie sich in den ersten Strukturveränderungen seines Plasmas kundgibt. Diese feineren Details sind Debaisieux entgangen. Mit der Sporoblastenbildung hat die gelegentliche Aufteilung des Binnenkörpers in zwei oder mehrere, mehrkernige Stücke direkt nichts zu tun. Bei dieser Gelegenheit sei übrigens auf Taf. I Fig. 18 der Debaisieux'schen Abbildungen hingewiesen, die einen mehrkernigen Sporonten von *Plistophora danilewskyi* L. Pfr. vorstellt, einer Art, die vielfach analoge Verhältnisse mit der mir vorliegenden Form aufzuweisen scheint. Das Plasma des sechskernigen Sporonten zeigt dort deutlich den Beginn einer Aufteilung in zwei dreikernige Stücke. In seiner dazugehörigen Tafelerklärung gibt Debaisieux selbst die Möglichkeit des Vorliegens einer Teilung zu. Es ist mir unverständlich geblieben, wenn er trotz dieser Beobachtung, die zwanglos nur im obigen Sinne erklärt

[1]) Als „Binnenkörper" bezeichnete ich in meiner Arbeit den infolge Kondensation mehr oder weniger frei innerhalb der Hüllmembran liegenden plasmatischen Anteil des Sporontenkörpers.



werden kann, das gelegentliche Vorkommen einer Teilung des Sporontenkörpers im Text seiner Arbeit ablehnt.

Weiterhin führt DEBAISIEUX als Beleg für seine Auffassung an, daß die Aufteilung des „Plasmodiums“ nicht fortschreitend (progressiv) erfolgen kann, da die einkernigen Elemente durch „simultanen“ Zerfall desselben entstehen. Dieser Grund widerspricht keineswegs meiner Deutung der in Frage kommenden Bildungen, von denen ich annehme, daß sie sich weiterhin genau so verhalten wie jeder andere Binnenkörper d. h. daß sie durch simultanen Zerfall in einkernige selbständige Elemente übergehen.

Auf DEBAISIEUX's letztes Argument, den Hinweis auf das Vorkommen eines analogen Vorgangs bei *Thélohania varians*, näher einzugehen unterlasse ich, da mir über diese Art keine eigenen Beobachtungen zur Verfügung stehen. Es sei bloß erwähnt, daß der Vorgang der „retour aux stades initiaux“ auch bei *Thélohania varians* noch keineswegs sicher nachgewiesen, sondern nur ein Deutungsversuch von DEBAISIEUX ist (1, 3).

Nachdem im Vorstehenden gezeigt wurde, daß die Voraussetzungen die DEBAISIEUX zur Aufstellung seiner Hypothese veranlaßten nicht zutreffen, seien noch einige Gründe angeführt, die mit ihr unvereinbar sind.

1. Das seltene Vorkommen von Sporonten, die mehrere Binnenkörper in einer gemeinsamen Hülle beherbergen (Textfig. A_{14}), spricht gegen die DEBAISIEUX'sche Auffassung dieser Gebilde. Träfe sie zu, dann müßten diese Formen, da sie dann gesetzmäsig im Entwicklungsgang des Parasiten auftreten, viel häufiger in den Präparaten anzutreffen sein, als dies in Wirklichkeit der Fall ist. Allerdings kann eine sichere Entscheidung ob derartige Bildungen vorliegen nur an Zupfpräparaten getroffen werden, welche die einzelnen Parasitenindividuen isoliert erkennen lassen. In Schnittpräparaten — und mit solchen hat DEBAISIEUX allein gearbeitet — liegen die verschiedenen Stadien derartig dicht gedrängt zusammen, daß die aneinander stoßenden Hüllen benachbarter Pansporoblasten und Sporonten mit dem Auge nicht auseinandergehalten werden können. In ihnen ist es nicht möglich im einzelnen Falle sicher zu entscheiden, ob eine Hülle einem bestimmten Parasitenindividuum zugehört, oder ob sie bloß von den Membranen unmittelbar benachbarter Pansporoblasten, die zusammen die Masche eines Netzwerks bilden, vorgetäuscht wird.

2. Treten in einer gemeinsamen Hülle mehrere Binnenkörper auf, so sind sie stets nur in relativ geringer Anzahl vorhanden.

Dies widerspricht der Ansicht, daß sie aus einkernigen Zerfallsprodukten eines Binnenkörpers hervorgegangen sind. Zerfällt ein solcher, so entstehen die einkernigen Elemente entsprechend der hohen Kernzahl des Binnenkörpers stets in relativ großer Anzahl. Würden sie sich gemäß der Debaisieux'schen Theorie zu „Plamodien" weiterentwickeln, so müßten diese in entsprechend großer Anzahl innerhalb der gemeinsamen Hülle auftreten. Dies ist jedoch nicht der Fall.

3. Ein Hauptpunkt, auf den Debaisieux nicht geachtet zu haben scheint, ist die Tatsache, daß bei allen näher untersuchten Microsporidien mit Ausnahme der Vertreter des Genus *Nosema*, bei dem bekanntlich besondere Verhältnisse vorliegen, die Individuen der Sporogonie durch den Besitz einer besonderen Hüllmembran sich von den Formen der Schizogonie morphologisch scharf unterscheiden. Von dieser Voraussetzung ausgehend hatte ich seiner Zeit im Gang meiner Untersuchung die umhüllten Formen, die ich zunächst allein vorfand, der Sporogonie eingeordnet und das zeitraubende Suchen nach den Schizonten solange systematisch fortgesetzt, bis es mir gelang, einen jungen Infektionsherd ausfindig zu machen, der sie beherbergte, und der damit meine Voraussetzung voll bestätigte. Ich glaube daher, daß alle im Entwicklungsgang von Microsporidien auftretenden Stadien, die durch eine besondere Hüllmembran gekennzeichnet sind, irgendwie der Sporogonie der betreffenden Art zugehören.

4. Vom Standpunkt Debaisieux's aus ließe sich hiergegen einwenden, daß die zu mehreren in einer gemeinsamen Hülle liegenden Binnenkörper in der Tat keine Eigenhüllen aufweisen, also nach obigem doch möglicherweise vegetative Formen vorstellen. Indessen erweist sich eben dieser Umstand bei genauerem Zusehen als schwerstes Argument gegen seine Theorie. Ihr zufolge sollen die Tochter-„Plasmodien" (d. h. die einzelnen Binnenkörper) das Schicksal des Mutter-„Plasmodiums" wiederholen. Da dieses letztere von einer eigenen Hülle umgeben war, muß erwartet werden, daß sämtliche innerhalb der bläschenförmigen Mutterhülle liegenden Tochterplasmodien Eigenhüllen aufweisen. Die Tatsache des Gegenteils läßt sich mit Debaisieux's Hypothese schlechterdings nicht vereinigen.

All dies macht es in hohem Grade unwahrscheinlich, daß Debaisieux's Auffassung von der Entwicklung des Parasiten das Richtige trifft, und ich bin überzeugt, daß neben dem einfachen von mir beschriebenen Entwicklungsgang ein zweiter komplizierter im Sinne Debaisieux's („retour aux stades initiaux") nicht vorliegt.

Die Annahme eines solchen ist nicht erforderlich. Sie läßt sich weder durch theoretische Argumente noch durch Beobachtungen stützen.

Zu Beginn der Sporogonie sucht DEBAISIEUX Befruchtungsvorgänge. Die einkernigen Zerfallsprodukte des Binnenkörpers betrachtet er als Träger derselben („copulae autogamiques"). In der Begründung seiner Annahme stützt er sich im wesentlichen auf zwei Punkte. 1. Bei *Thelohania varians* gelang es ihm, Befruchtungsvorgänge zu Beginn der Sporogonie wahrscheinlich zu machen. Aus diesem Umstand schließt DEBAISIEUX, daß bei verwandten Arten diese Prozesse an entsprechender Stelle auftreten müssen. Eine Überlegung, der ich mich durchaus anschließe! Indessen liegt der Beginn der Sporogonie an anderer Stelle, als DEBAISIEUX ihn angenommen hat. Man wird dementsprechend die sexuellen Vorgänge auch an anderer Stelle suchen müssen, als dies durch diesen Autor geschehen ist. Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, daß das Zweikernigwerden des Amöboidkeimes beim Aufenthalt der Sporen im Darm eines neuen Wirtstieres (siehe oben und S. 326—332 meiner Arbeit) möglicherweise im Sinne STEMPELL's[1]) mit Befruchtungsvorgängen zusammenhängt. Ich habe es absichtlich unterlassen, in meiner Arbeit hierzu Stellung zu nehmen, da es mir zwecklos schien, durch spekulative Betrachtungen ein Problem lösen zu wollen, zu dessen sicherer Entscheidung meine Beobachtungsergebnisse nicht ausreichten. 2. In der eigentümlichen Anordnung des Kernchromatins („noyau dédoublé") der einkernigen Elemente, die auch DEBAISIEUX aufgefallen ist, glaubt er geschlechtliche Vorgänge erkennen zu können. Demgegenüber sei darauf hingewiesen, daß ein ganz entsprechend aussehender Kernapparat in der vegetativen Generation auftritt, die DEBAISIEUX nicht beobachtet hat. Es liegt somit durchaus kein Grund vor, sein Vorkommen in den Zerfallsprodukten des Binnenkörpers mit Befruchtungsvorgängen in Zusammenhang zu bringen.

Die Sporogonie beginnt nach DEBAISIEUX mit der Teilung der Zerfallsprodukte des Binnenkörpers in zwei Sporoblasten. Ich selbst habe keine Beobachtungen gemacht, die auf einen derartigen Vorgang schließen lassen. Nach meinen Befunden gehen die Zerfallsprodukte ohne vorherige Teilung direkt in Sporen über, stellen also bereits Sporoblasten vor. Übrigens scheint DEBAISIEUX beim vorliegenden Parasiten selbst diesen Teilungsvorgang nicht beobachtet

[1]) STEMPELL (12) und ebenso TRAPPMANN (14) nehmen eine Verschmelzung der beiden Kerne des Amöboidkeimes an.

zu haben. Die von ihm als Beleg in Anspruch genommenen Taf. II Fig. 68—73 seiner Abbildungen möchte ich als zusammenhängende Sporontenkörper deuten. Nur Taf. II Fig. 72 u. 73 dürften Zerfallsprodukte des Binnenkörpers vorstellen. Ihre Darstellung ist jedoch — wohl infolge ungenügender Fixierung und Färbung des Objektes — etwas unvollkommen, so daß eine zuverlässige Interpretation nicht möglich ist. Daß solche Teilungen bei *Plistophora danilewskyi* L. Pfr., auf die Debaisieux ebenfalls verweist, vorkommen können, soll nicht in Abrede gestellt werden. Man wird indessen nicht ohne weiteres scheinbare Lücken in der Beobachtungsreihe einer Form mit den Befunden bei anderen Arten ausfüllen dürfen. Zugunsten meiner Ansicht spricht jedenfalls der Umstand, daß im großen ganzen die Zahl der in den Binnenkörpern sich vorfindenden Kerne der Anzahl der Teilungsprodukte, und diese wiederum der Anzahl der reifen Sporen im Pansporoblasten annähernd entspricht. Wie dem aber auch sei — auf jeden Fall ist Debaisieux's Angabe mit der Tatsache unvereinbar, daß öfters, wie ich feststellen konnte (S. 289 meiner Arbeit), Pansporoblasten mit ungeraden Sporenzahlen auftreten. Würden die Zerfallsprodukte des Binnenkörpers vor der Sporenbildung eine Zweiteilung erfahren, dann müßte stets das Auftreten einer geraden Sporenzahl im Pansporoblasten erwartet werden.

Über die Umwandlung der Sporoblasten in reife Sporen macht Debaisieux nur spärliche Angaben, die im ganzen mit meinen Befunden übereinstimmen. Nur bezüglich der Kernverhältnisse komme ich zu anderen Ergebnissen. Der Kern liegt nach meinen Beobachtungen stets im Plasma und ich glaube, daß die chromatischen Brocken in Debaisieux's Fig. 76—78 (Taf. II), die in einer Vakuole liegend dargestellt werden, mit Schuberg's metachromatischen Körpern (10) identisch sind, während der eigentliche, im Plasma liegende Kern in den betreffenden Figuren überhaupt nicht in Erscheinung tritt.

Das nämliche gilt vom Kern der reifen Spore. Auch in diesen deutet Debaisieux ein Gebilde, dessen Verhalten und Lagerung an „metachromatische Körper“ erinnert, als Sporenkern mit der Begründung (p. 171); „nous n'avons jamais pu découvrir de noyau dans le protoplasme ..., .. d'autre part l'élément postérieur du sporoblaste, alors que celui-ci est encore bien colorable, a un aspect si parfaitement nucléaire qu'il nous paraît impossible de méconnaître sa nature“. Die Unsicherheit seiner Deutung geht zur Genüge aus folgender Bemerkung hervor: „La transformation de ce noyau en grumeau chromatique avec formation à sa place d'une vacuole est

certes très énigmatique, mais nous ne voyons pas actuellement d'autre explication possible des stades observés.“ Ich gebe zu, daß auch mir die färberische Darstellung des Kernes im Plasma anfänglich große Schwierigkeiten bereitete und daß mir eine Klarstellung dieser Verhältnisse erst nach Ausarbeitung einer geeigneten Methodik gelang. Auf Grund meiner Befunde sehe ich mich veranlaßt, die Deutung Debaisieux's abzulehnen.

Seine übrigen Beobachtungen über den Bau der reifen Spore stimmen im wesentlichen mit den meinigen überein. Das chromatische Granula am vorderen Sporenende, das ich als „Polkörper“ bezeichnete, ist ihm ebenfalls aufgefallen. Er vermutet einen Zusammenhang mit dem Polfadenapparat, ohne sich jedoch darüber näher zu äußern. Ob der von Debaisieux beschriebene „feine exzentrisch gelegene“ Kanal, der die beiden Vakuolen verbindet, mit der relativ großen Öffnung des Amöboidkeimringes, wie ich sie beobachtete, identisch ist, will ich dahingestellt sein lassen. Ein Vergleich seiner Fig. 80—84 (Taf. II) mit Sporenbildern, wie auch ich sie gelegentlich gesehen habe, läßt mich vermuten, daß das Zustandekommen des „Kanals“ durch eine Schrumpfung infolge ungenügender Fixierung verursacht worden ist.

Abgesehen von der Lage des mit der Sporenhülle verbundenen Endes des ruhenden Polfadens, stimmen meine Beobachtungen über die spiralige Anordnung desselben in der hinteren Vakuole mit den Debaisieux'schen Befunden überein. Nach ihm soll der Polfaden am „äußersten Teil“ des „exzentrischen Plasmakanals“ endigen, und er nimmt sinngemäß an, daß der Austritt des Polfadens — den hervorzurufen ihm nicht gelungen ist — seitlich an der Spore erfolgt. Demgegenüber dürfte mein Befund, daß der Polfadenaustritt wie bei anderen Microsporidiensporen am vorderen Pol erfolgt, meiner Ansicht über die Lage des fixierten Endes des ruhenden Fadens recht geben.

In einem „Systématique“ überschriebenen Abschnitt diskutiert Debaisieux Namen- und Verwandtschaftsverhältnisse der vorliegenden Form.

Was die Speziesbezeichnung anbetrifft, so habe ich bereits gelegentlich der Darstellung der Synonymieverhältnisse (S. 277 meiner Arbeit) gezeigt, daß L. Pfeiffer's „*Glugea Mülleri* n. sp.“ (9) und ebenso Labbé's „*Plistophora Mülleri* L. Pfr.“ (7) eine Kollektivbezeichnung für zwei verschiedene Arten war — eine Tatsache, die Debaisieux mißverstanden hat. Sie war für mich Anlaß, die vorliegende Form neu zu benennen.

Bezüglich der Verwandtschaftsverhältnisse stimme ich Debaisieux zu, wenn er die vorliegende Form neben *Plistophora longifilis* Schuberg und *Pl. danilewskyi* L. Ppr. stellt. Seine Auffassung, daß enge Verwandtschaftsbeziehungen zwischen ihr und *Ichthyosporidium giganteum* Sw. sowie *Nosema anomalum* Monz. bestehen, kann ich indessen nicht teilen. Im Bau der Spore zeigt die vorliegende Form doch etwas andere Verhältnisse als die Sporen von *I. giganteum*, wie sie Swarczewsky (13) darstellt. Bezüglich der Entwicklung habe ich bereits gezeigt, daß Debaisieux einen Teil der Sporogonie von *P. Blochmanni* irrtümlich für die vegetative Generation gehalten hat. Sein Vergleich mit der vegetativen Entwicklung von *I. giganteum* und dementsprechend seine hierauf basierenden Rückschlüsse auf Verwandtschaftsverhältnisse, sind aus diesem Grund nicht haltbar. Es gilt dies um so mehr als *I. giganteum* nach Swarczewsky ein extracellulärer Parasit ist, während *P. Blochmanni*, wie alle echten Microsporidien, intracelluläre Lebensweise führt.

Bezüglich *Nosema anomalum* sei bemerkt, daß ein Vergleich meiner Befunde mit Stempell's (11), Weissenberg's (15, 16) und Debaisieux's (4) Angaben über diese Form manches Übereinstimmende erkennen läßt; immerhin sind die Differenzen so beträchtlich, daß eine Einordnung beider Arten in eine Gattung nicht berechtigt ist. Der Hauptgrund, der gegen eine solche Gruppierung spricht, ist das Auftreten einer besonderen Hüllmembran in der Sporogonie von *P. Blochmanni*, die den Anlaß zur Entstehung bläschenförmiger Pansporoblasten bildet. Dies Merkmal scheint Debaisieux nicht genügend beachtet zu haben. Es fehlt bei *Nosema anomalum* gänzlich, ist dagegen nach Labbé's Definition (7) für das Genus „*Plistophora*" charakteristisch. Aus diesem Grunde hat die von Debaisieux vorgeschlagene Gattungsbezeichnung „*Glugea*" für die vorliegende Form und ebenso für *P. danilewskyi* und *P. longifilis* keine Berechtigung.

Wenn Debaisieux in seiner Arbeit über „*Glugea anomala*" (4) eine neue Definition des Gattungsbegriffes „*Glugea*" vorschlägt (p. 237): „Le genre *Glugea* est caractérisé par la formation de deux spores aux dépens du zygote", so kann dem zunächst entgegengehalten werden, daß diese Definition für die vorliegende Form nicht zutrifft. Auch Schuberg (10) berichtet bei *P. longifilis* nichts über einen Vorgang, der ihrem Sinn entsprechen würde. Die Einordnung dieser beiden Formen in eine Gattung mit *N. anomalum* ist demnach auf Grund der obigen Definition nicht durchführbar. Ob sich dieselbe als Gattungskriterium überhaupt eignet, erscheint zweifelhaft, da Ohmori's (8) Angaben es wahrscheinlich machen, daß

ein dem Sinn der Definition im ganzen entsprechender Vorgang bei *Nosema bombycis* auftritt. Diese Art gilt als Typus der Gattung *Nosema*, für welche das Fehlen einer besonderen Pansporoblastengeneration charakteristisch ist. Es läge doch wohl näher die *anomala*-Form, für die nach den Angaben der Autoren, die über sie gearbeitet haben, ähnliche Verhältnisse zu gelten scheinen, der Gattung *Nosema* einzuordnen, wie das schon mehrfach vorgeschlagen worden ist.

Das Ergebnis meiner Stellungnahme zu Debaisieux's Arbeit über „*Glugea Mülleri*" fasse ich wie folgt zusammen: Trotz weitgehender Übereinstimmung meiner eigenen Beobachtungen mit denjenigen dieses Autors, kann ich — auf Grund des mir vorliegenden vollständigeren Tatsachenmaterials — mich seinen scharfsinnigen Deutungen und geistvollen Überlegungen nicht anschließen. Entgegen seiner Ansicht glaube ich, daß der Begriff der Microsporidiengattung „*Plistophora*" in seiner ursprünglichen Bedeutung aufrecht erhalten werden kann. Die Entwicklung der Vertreter der Gattung verläuft — sofern dieser Rückschluß aus dem Studium einer einzigen Form gezogen werden darf — in großen Zügen, wie sie bei anderen Microsporidiengattungen beschrieben worden ist, soweit dieselben Pansporoblasten erzeugen. Sie besteht in einer Schizogonie, die durch eine Sporogonie abgelöst wird. Die erstere umfaßt die wiederholte Zweiteilung einkerniger nackter Formen. In der letzteren entstehen vielkernige, umhüllte Stadien, die in bläschenförmige zahlreiche Sporen enthaltenden Pansporoblasten übergehen.

Literaturverzeichnis.

1) Debaisieux, P.: Microsporidies parasites des larves de Simulium, Thelohania varians. La Cellule T. 30 1919 p. 47—79.

2) —: Études sur les Microsporidies. II. Glugea danilewskyi L. Pfr. III. Glugea Mülleri L. Pfr. Ibid. p. 153—183.

3) Debaisieux et L. Gastaldi: Les Microsporidies parasites des larves de Simulium II. Ibid. p. 187—213.

4) — —: Ètudes sur les Microsporidies. IV. Glugea anomala Monz. Ibid. p. 217—243.

5) Kudo, R.: Studies on Microsporidia Parasitic in Mosquitos. Arch. f. Protistenk. Bd. 49 1924.

6) —: A biologic and taxonomic study of the Microsporidia. Illinois biol. monogr. Vol. 9. Illinois 1924.

7) Labbé, A.: Sporozoa. in: Das Tierreich. 5. Liefg. Deutsche Zool. Gesellsch. Berlin 1899.

8) Ohmori, I.: Zur Kenntnis des Pebrineerregers Nosema bombycis Nägeli. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt Bd. 40 1912.
9) Pfeiffer, L.: Nachträge zu: Die Protozoen als Krankheitserreger. I. u. II. Korr.-Bl. d. Allg. ärztl. Ver. Thüringen Jahrg. 24 1895.
10) Schuberg, A.: Über Microsporidien aus dem Hoden der Barbe und durch sie verursachte Hypertrophie der Kerne. Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt Bd. 33 1910.
11) Stempell, W.: Über Nosema anomalum Monz. Arch. f. Protistenk. Bd. 4 1904.
12) —: Über Nosema bombycis Nägeli. Ibid. Bd. 16 1909.
13) Swarczewsky, B.: Über den Lebenscyclus einiger Haplosporidien. Ibid. Bd. 33 1914.
14) Trappmann, W.: Morphologie und Entwicklungsgeschichte von Nosema apis Zander. Arch. f. Bienenk. 5. Jahrg. 1923.
15) Weissenberg, R.: Beiträge zur Kenntnis des Zeugungskreises der Microsporidien Glugea anomala Monz. und hertwigi Weissenb. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 82 1913.
16) —: Zur Wirtsgewebsableitung des Plasmakörpers der Glugea anomala-Cysten. Arch. f. Protistenk. Bd. 42 1921.
17) Zwölfer, W.: Plistophora Blochmanni, eine neue Microsporidie aus Gammarus pulex L. Arch. f. Protistenk. Bd. 54 1926.

Über die Reinkultur von Conjugaten.

(Nachtrag.)

Von
Viktor Czurda (Prag).

Zu meinem Bericht (diese Zeitschrift Bd. 53, 1926) über die Erzielung bakterienfreier Kulturen von fünf Conjugatenvertretern (*Mesotaenium caldariorum*, *Cosmarium Botrytis*, *Zygnema* sp., *Zygnema peliosporum* und *Spirogyra varians*) wurde anhangsweise in einer Berichtigung die Feststellung von Bakterien in einigen Kulturen von *Cosmarium Botrytis*, *Zygnema* sp. und *Spirogyra varians* mitgeteilt. Da damals in der zur Verfügung stehenden, knappen Zeit kein Überblick über die Herkunft der Bakterien und die Tragweite der Beobachtung für die Kulturmethode zu gewinnen war, mußte ich in dieser Berichtigung darauf aufmerksam machen, daß die Versuchsergebnisse dieser drei Algen solange mit einem gewissen Vorbehalt zu behandeln sind, als keine eingehende Untersuchung erfolgt ist. Da diese erfolgreich abgeschlossen ist, mag sie ausführlich behandelt werden.

Da in dem Fadenmaterial mehrerer Agarkulturen von *Spirogyra varians* Bakterien durch Färbung nachgewiesen worden waren, sie damals jedoch in der Kultur auf festem Substrat nur bei stärksten Vergrößerungen (ca. 1000 fach) im Leben zu bemerken waren, nicht aber bei 500 facher Vergrößerung oder gar makroskopisch, so konnte zunächst die Möglichkeit nicht von der Hand gewiesen werden, daß die Bakterien schon vom Beginn der vermuteten Reinkultur mitgezüchtet worden waren. Nebenher bestand freilich die Möglichkeit



einer nachträglichen Infektion. Da einige Zeit vor dieser Feststellung von Bakterien die anfangs geübte Protokollierung der Kulturen, aus der die Ableitung irgendeines Kulturmateriales hervorging, im Laufe der Untersuchung ihre anfängliche Bedeutung verlor und daher später unterlassen wurde, konnte über die zweite angenommene Möglichkeit einer nachträglichen Infektion keine Sicherheit gewonnen werden. Da auch jetzt der biologische Nachweis von Bakterien mit Hilfe des Bouillonverfahrens negativ ausfiel, die Prüfung mittels Färbung bei ungleichmäßiger Verteilung der Bakterien innerhalb der großen Fadenmassen doch nicht ganz zuverlässig sein konnte, um aus dem damaligen Bestand an Stammkulturen rein befundene als solche zu erkennen, wurde sofort wieder an eine Reinigung geschritten, deren Vorgang schon in der früheren Mitteilung geschildert worden ist. Dazu mußte lebhaft vegetierendes Zellenmaterial in der Nährlösung herangezüchtet werden. Unterdessen wurden die vorhandenen Stammkulturen der drei vorletzten Überimpfungen für die weitere Beobachtung der Bakterien stehen gelassen. Schon die Kulturen der letzten Überimpfung, besonders aber ihre Tochterkulturen zeigten im Alter von 2—3 Wochen bei seitlicher Beleuchtung schon makroskopisch sichtbare Bakterienkolonien. Da auch früher bei seitlicher Beleuchtung die Stammkulturen auf Agar sowohl mikro- als auch makroskopisch stets auf Anwesenheit von Bakterien geprüft worden waren, hätten diese schon früher bemerkt werden müssen. Dazu stellte sich auch plötzlich ein Kränkeln der Fäden auf Agar ein, das soweit ging, daß sich die Fäden auf Agar überhaupt nicht mehr weiter züchten ließen. Das Kränkeln der in Lösung befindlichen Fäden infolge der Veränderung der Nährlösung durch Bakterien wurde durch häufige Übertragung der kleinen Watten in neue Lösungen und mehrmalige Waschungen vor der Übertragung zu verhindern versucht und schließlich durch Verwendung einer mit den schon früher genannten Nährsalzen versehenen Erdabkochungslösung erreicht.

Das herangewachsene Fadenmaterial wurde durch die früher schon beschriebene 15—16malige Waschung in steriler Nährlösung gereinigt. Wie es sich auch hier wiederum zeigte, handelt es sich bei diesen Waschungen um die Entfernung der Keime aus den adhärierenden Flüssigkeitsmengen. Aber erst eine nochmalige Wiederholung dieser Waschung ergab Fäden, die sich bei weiterer Kultur auf Agar und in Lösungen sowohl bei direkter mikroskopischer als auch bei färberischer und kultureller Prüfung als absolut rein erwiesen haben. Auch diesmal konnte bestätigt werden, daß nur

ein intensiv wachsendes Fadenmaterial mit Erfolg zu verwenden ist. Mit der Entfernung der Bakterien setzte wiederum normales Wachstum ein.

Die Bakterien in den Kulturen von *Zygnema* sp. verhielten sich ebenso. Auch hier gelang es abermals zu reinem Material zu kommen. Ein direkter Nachweis von Bakterien durch mikroskopische Beobachtung ist hier unzuverlässig, da die über die Agaroberfläche fortwachsenden Fäden Schleim hinterlassen, in dem Bakterien nicht sichtbar sind. Hier muß neben der kulturellen Prüfung die mittels Färbung vorgenommen werden.

Aus allem war bei diesen beiden Vertretern der Eindruck zu gewinnen, daß das Auftreten von Bakterien auf eine nachträgliche Infektion zurückgeführt werden muß. Beim keimfreien Arbeiten mit diesen, wie auch den übrigen, fädigen Vertretern macht nämlich eine rasche und geeignete Übertragung der Fäden, auf die in meinem früheren Bericht nicht eingegangen worden war, große Schwierigkeiten, die bis jetzt nicht beseitigt werden konnten. Beim Hervorholen einer kleinen Fadenanzahl pflegen diese bei den anwendbaren Manipulationen nicht zu zerreißen, so daß entweder die ganze Watte oder sehr lange (dezimeterlange) Bündel hervorgezogen werden. Dabei ist meist kaum zu vermeiden, daß das lange Bündel beim Hervorholen oder Eintragen in das Kulturgefäß am Rand des Gefäßes haften bleibt. Zur Entkeimung ist daher ein gutes Abflammen nötig. Vielleicht ist nun bei dieser Gelegenheit die Infektion eingetreten. Sie ist allem Anschein nach bald entdeckt worden, da später eine immer sichtbare Bakterienkolonienbildung eingetreten war.

Während bei *Spirogyra* und *Zygnema* eine nachträgliche Infektion sehr wahrscheinlich ist, ließ sich bei *Cosmarium Botrytis* nichts über die Herkunft der Bakterien feststellen. Die Coccen lagen in verstreuten Gruppen zu 2—6 in Schleim gebettet in der Gallerte des *Cosmariums*. Bei dem zerstreuten Vorkommen der Einschlüsse stand zu erwarten, daß bei guter Isolierung der Zellen voneinander und bei Einschluß in Agar sich *Cosmarium*-Kolonien bilden würden, die wie ihre Ausgangszelle frei von Bakterien sein könnten. Es gelang auch einige reine Kolonien zu finden und von diesen neue, bakterienreine Stämme zu gewinnen. Im Agar dieser Platten selbst sind auch nach $1^1/_2$ monatlicher Dauer keine Bakterienkolonien selbst bei mikroskopischer Beobachtung sichtbar geworden.

Der Einfluß der Bakteriengegenwart auf die früheren Versuchsergebnisse konnte kein großer sein, selbst bei der Annahme, daß

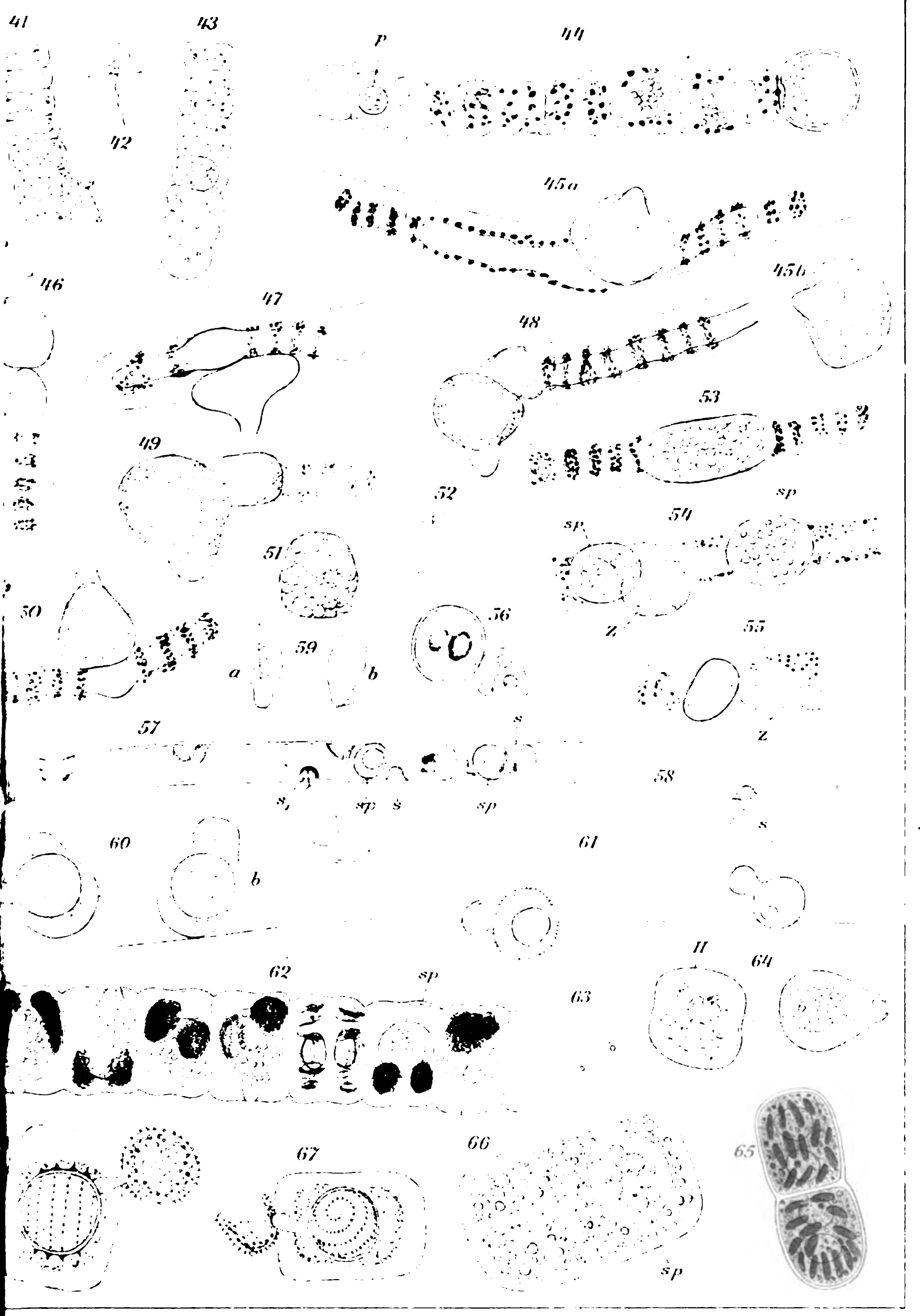
eine Reinigung erst jetzt erfolgt wäre, da es vorderhand nur qualitative Untersuchungen waren. Die Versuche, den Kohlenstoffbedarf aus organischen Verbindungen decken zu lassen, sind alle so eindeutig negativ verlaufen (siehe Planta 1926, zurzeit in Vorbereitung), daß der Einfluß von Stoffwechselprodukten anderer Organismen gar nicht in Frage kommt. Höchstens die Stickstoffversuche hätten beeinflußt werden können. Es ließ sich indessen kein Unterschied dieses sicher reinen Materials gegenüber den früheren beobachten, so daß die früher gemachten Angaben volle Geltung beibehalten.

Unterdessen ist es gelungen, weitere Vertreter rein zu züchten. *Cosmarium impressulum* wurde bereits in der Berichtigung genannt. Neuestens gelangt die absolute Reinkultur bei einer zweiten *Spirogyra*-Art. Da die Bestimmung am Rohmaterial an dem in Kultur befindlichen Material bisher nicht nachgeprüft werden konnte, ist die Bestimmung als *Spirogyra tenuissima* nicht ganz zuverlässig. Somit liegen zurzeit sieben Vertreter der Conjugaten in gut gedeihender, bakterienreiner Kultur vor.

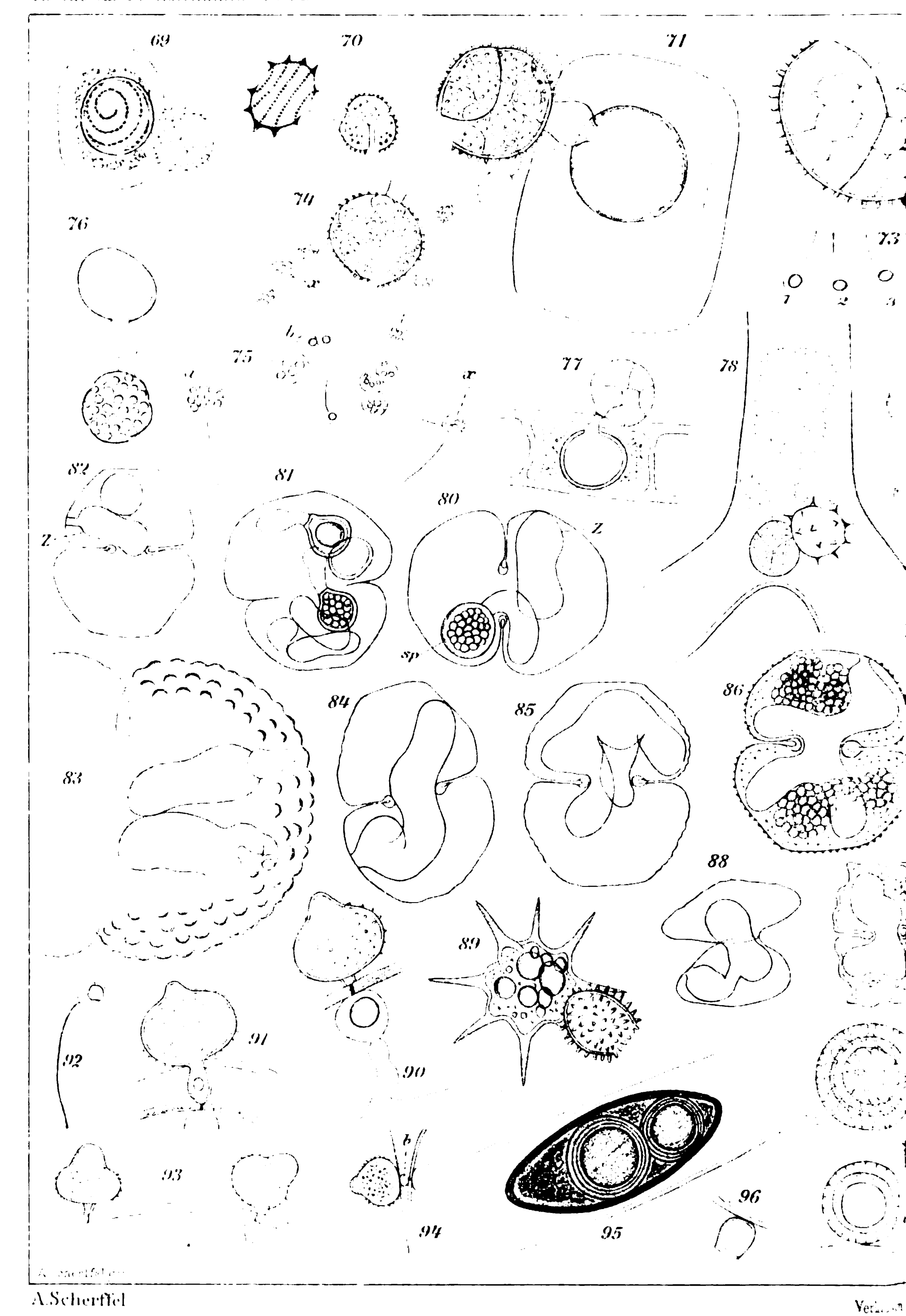
Pflanzenphysiologisches Institut der Deutschen Universität
Prag II, Viničná 3 a.


1
2
3
4
5
8
6
7
10
11
9
15
12
16a
16b
14
17
13
19
18
27
29
23
26
28
21
22
25
24
34
30
33
31
32
35
36
39
37
38

A. Scherffel

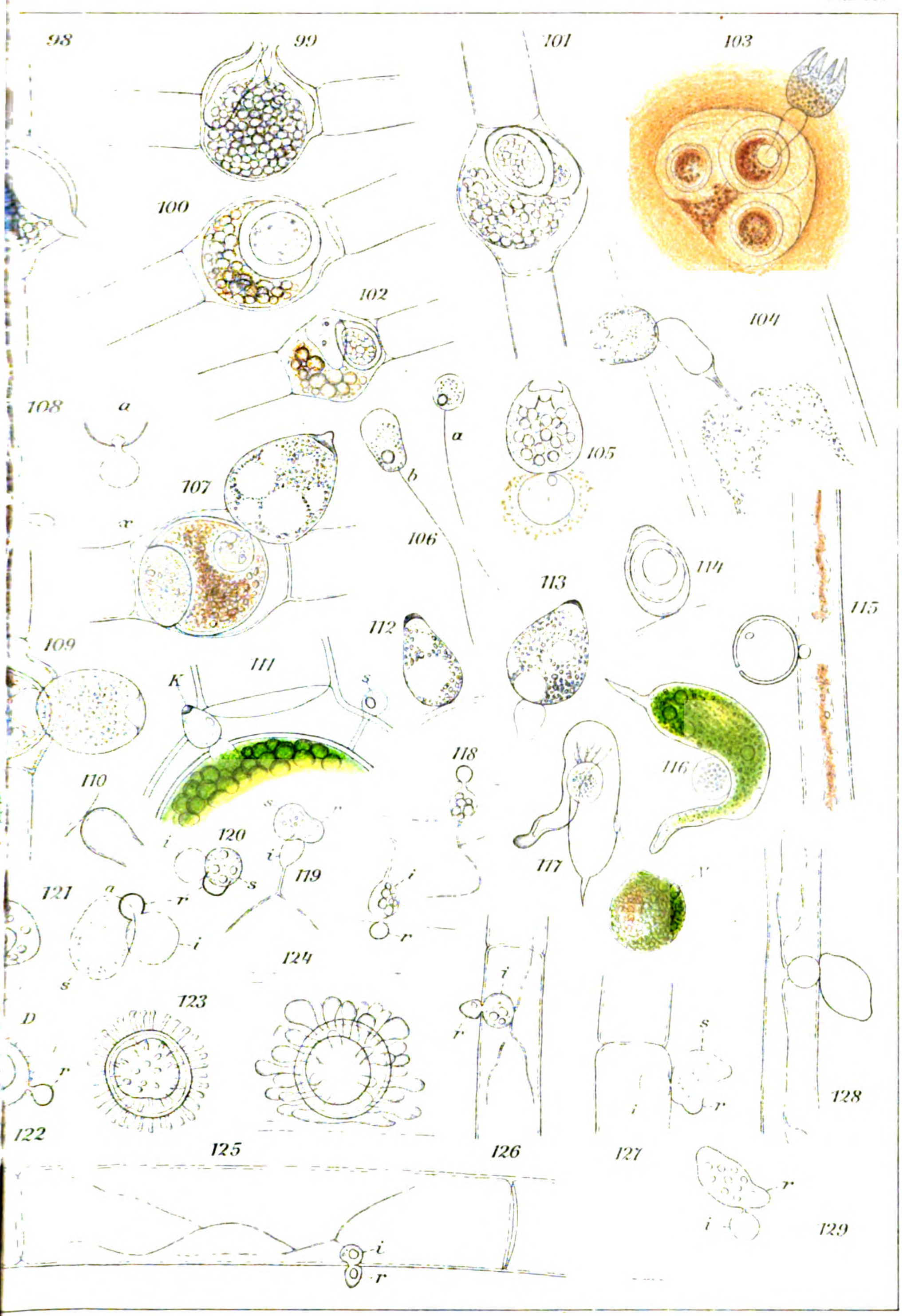


P. Weise, lith., Jena

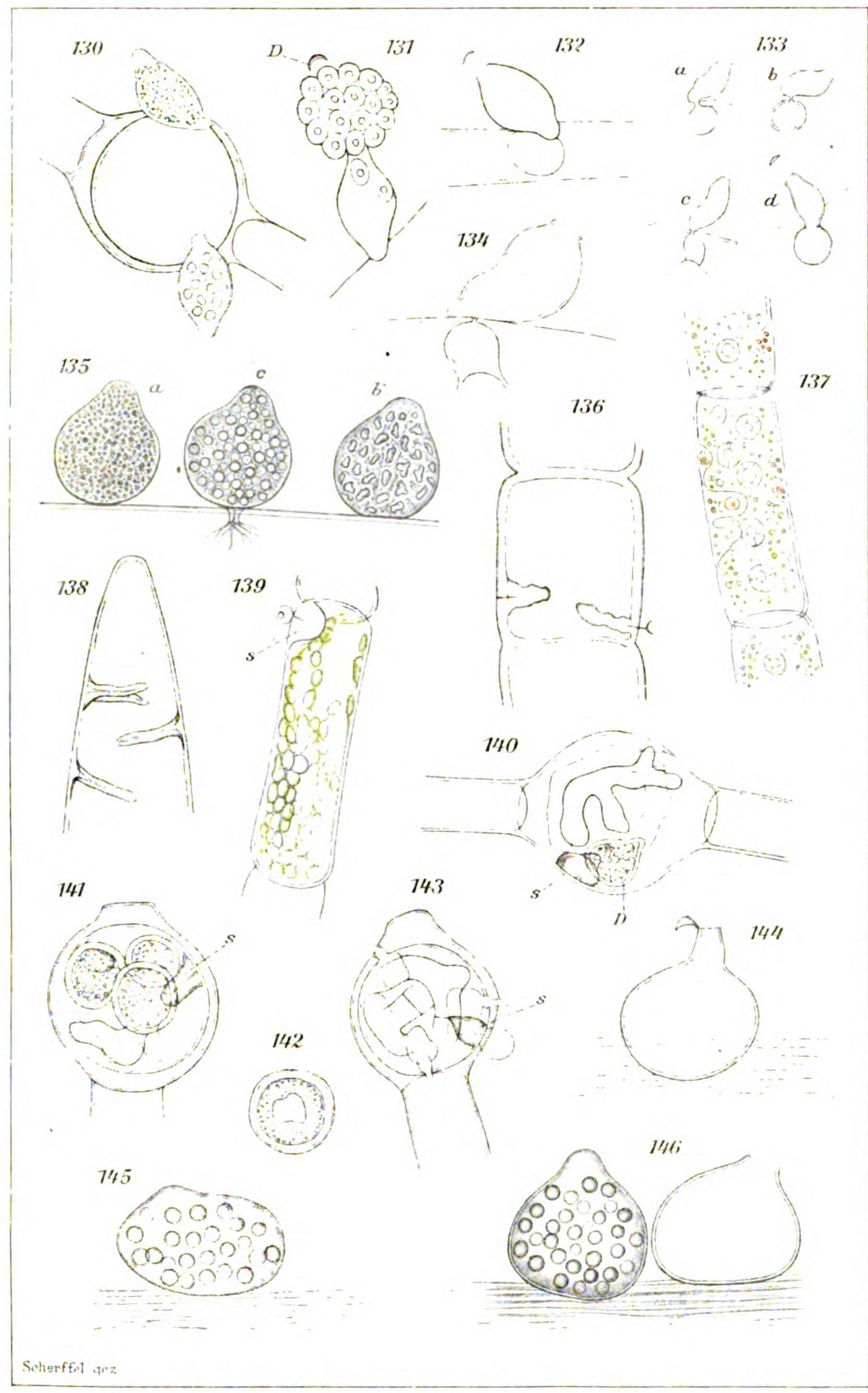


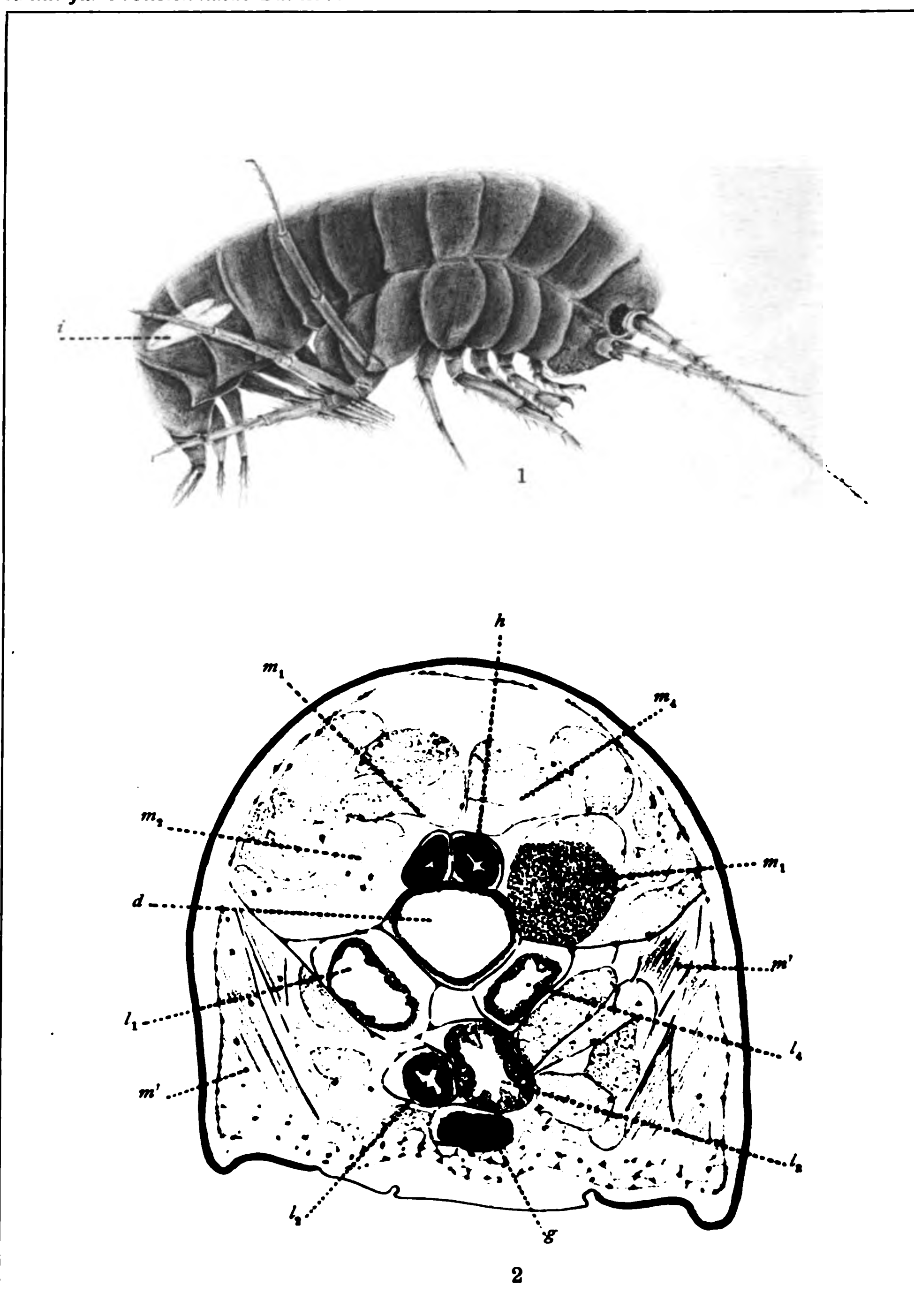
A. Scherffel

Verl...



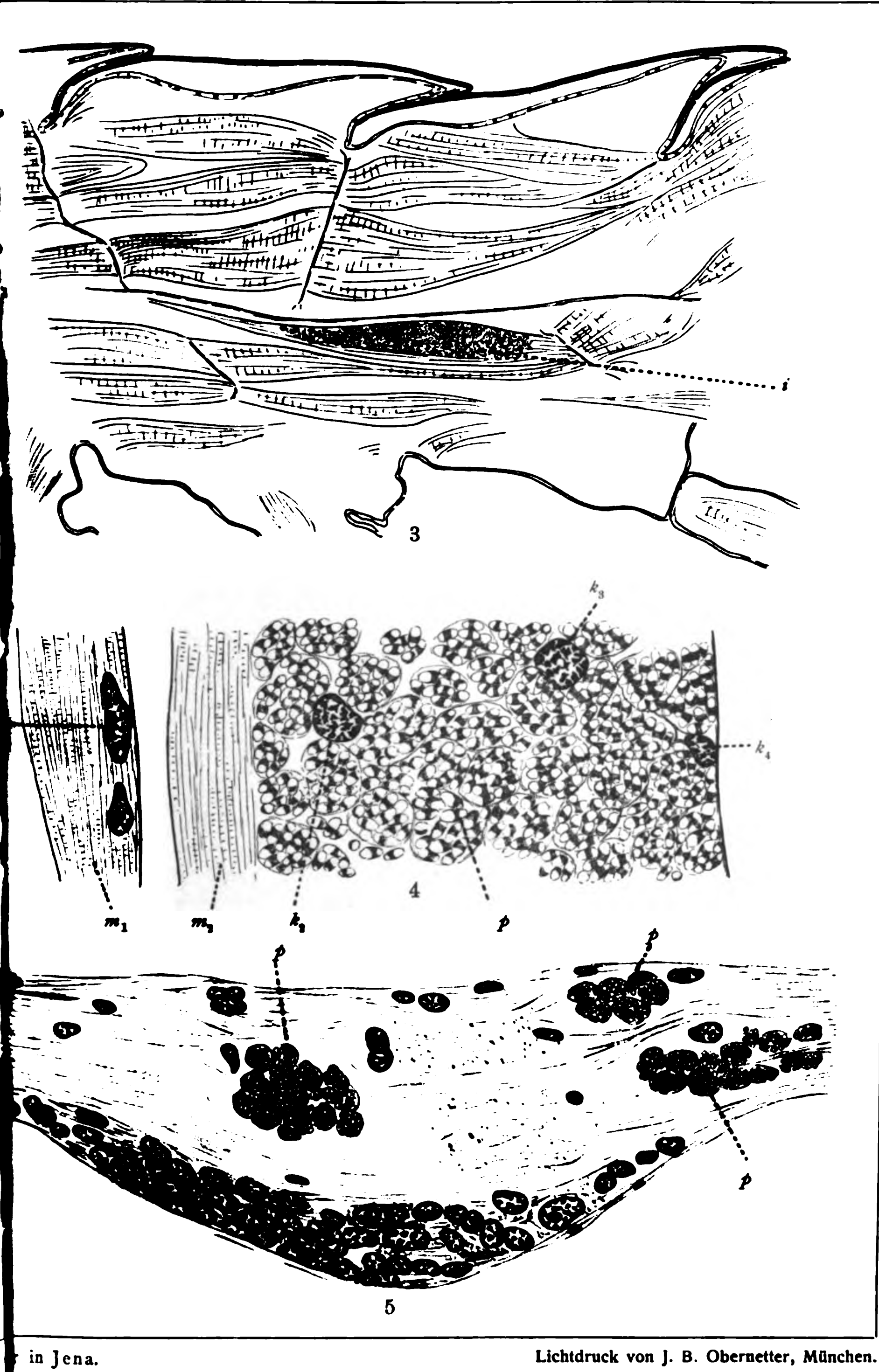
in Jena
P. Weise, Lith., Jena


130
131
D
132
133
a
b
c
d
134
135
a
c
b
136
137
138
139
s
140
s
D
141
s
142
143
s
144
145
146
Scherffel gez.



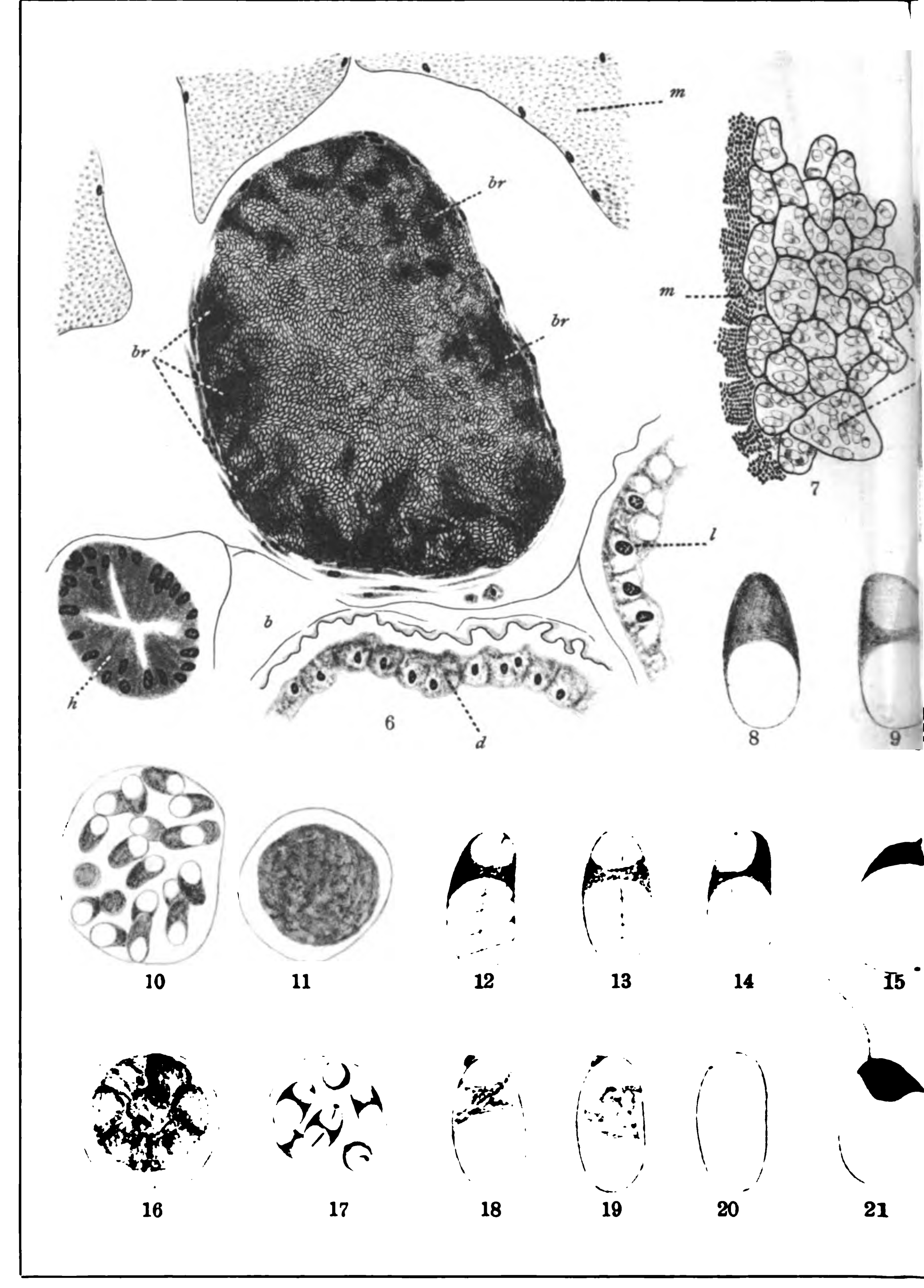
Zwölfer gez.

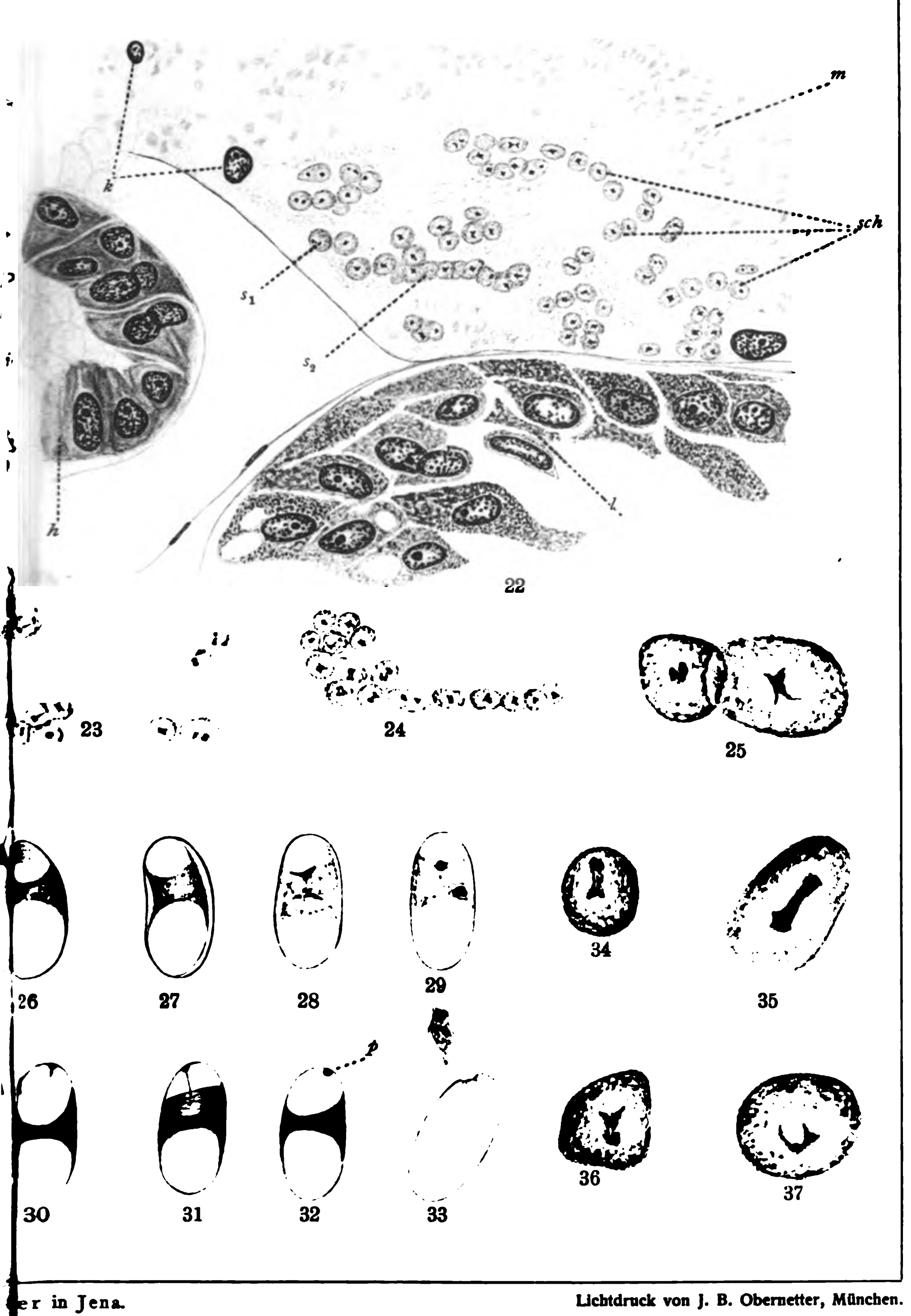
Verlag von Gus



in Jena.

Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.


m
br
br
br
m
l
b
h
d
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21

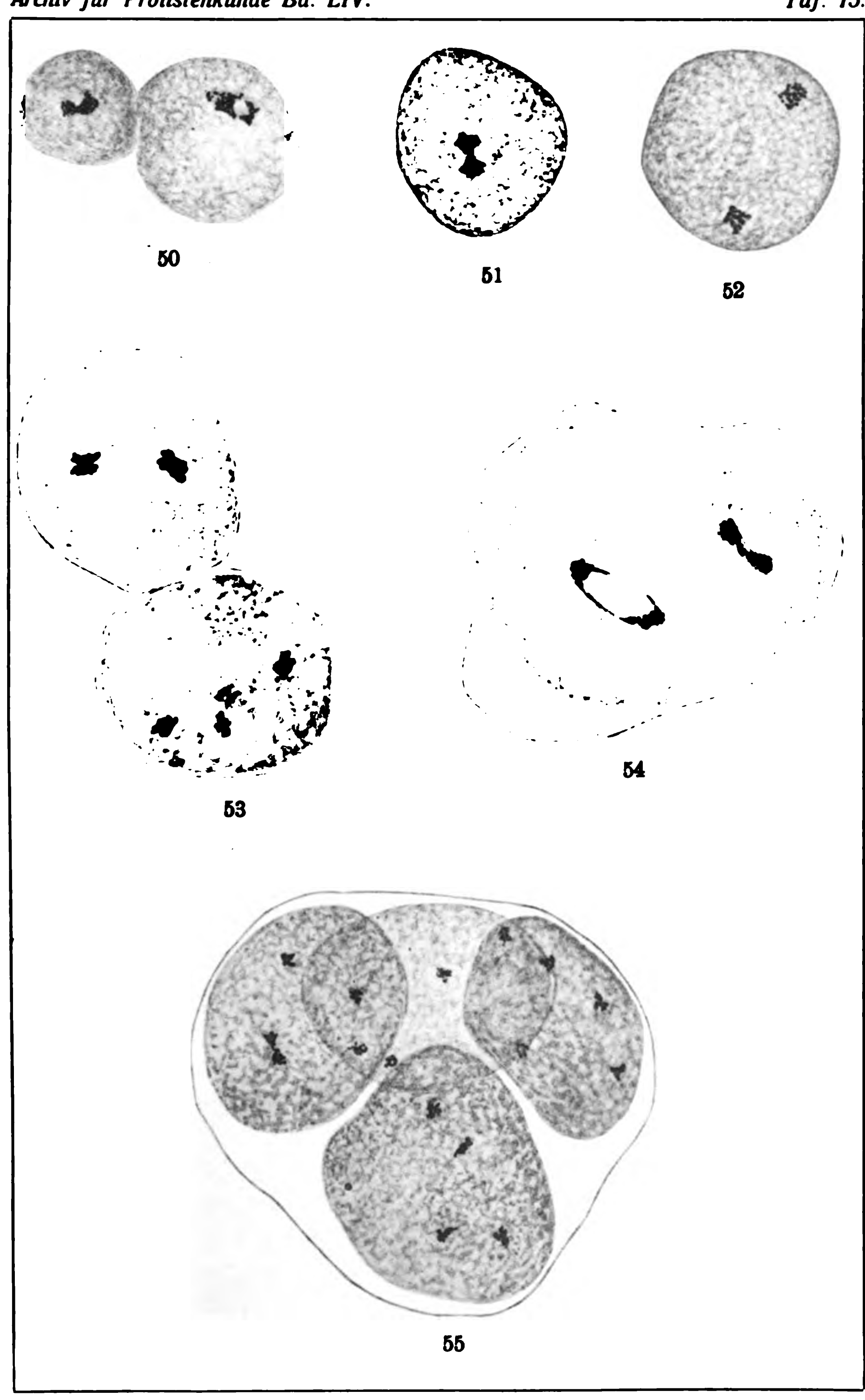


...er in Jena.

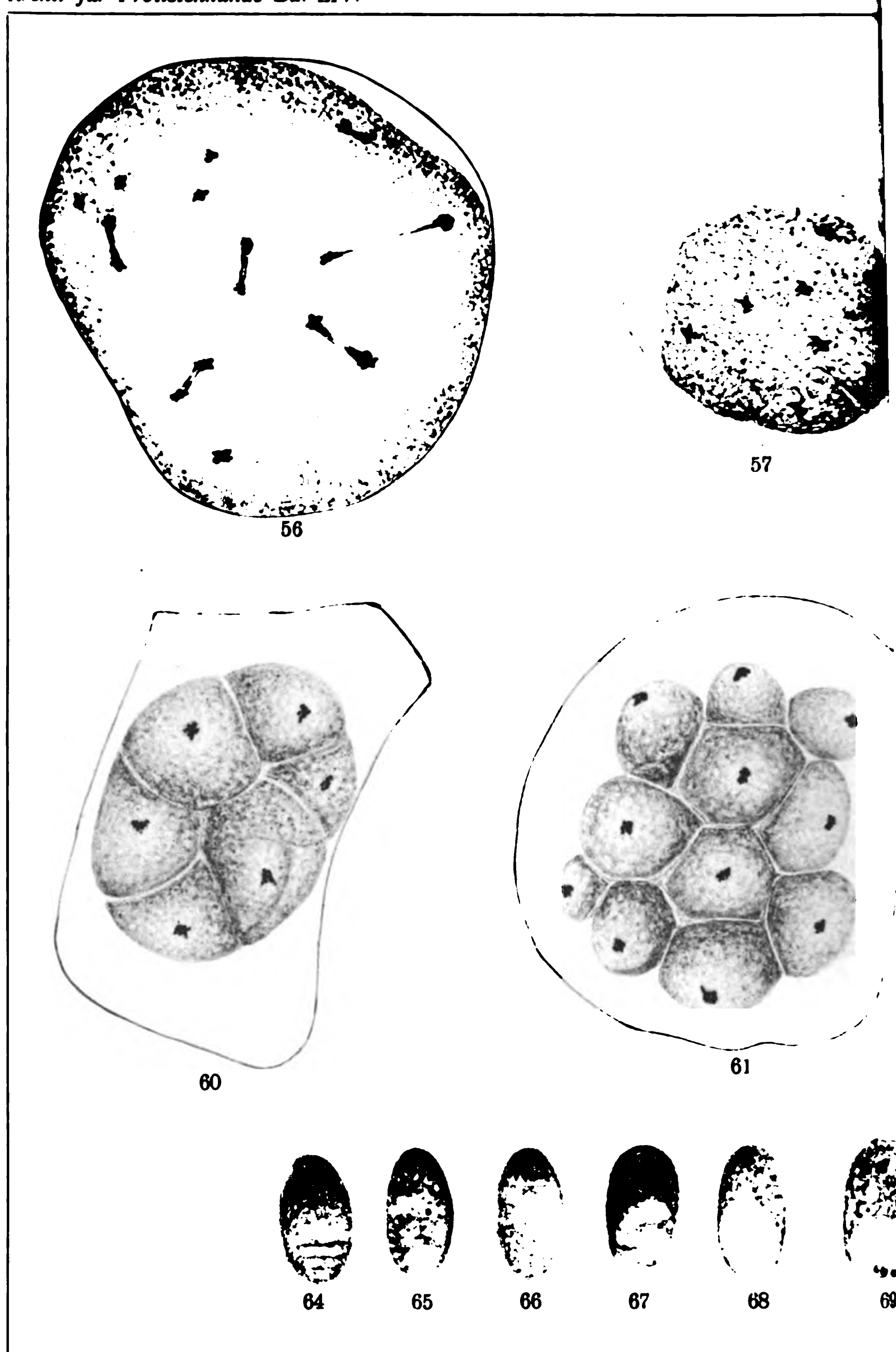
Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

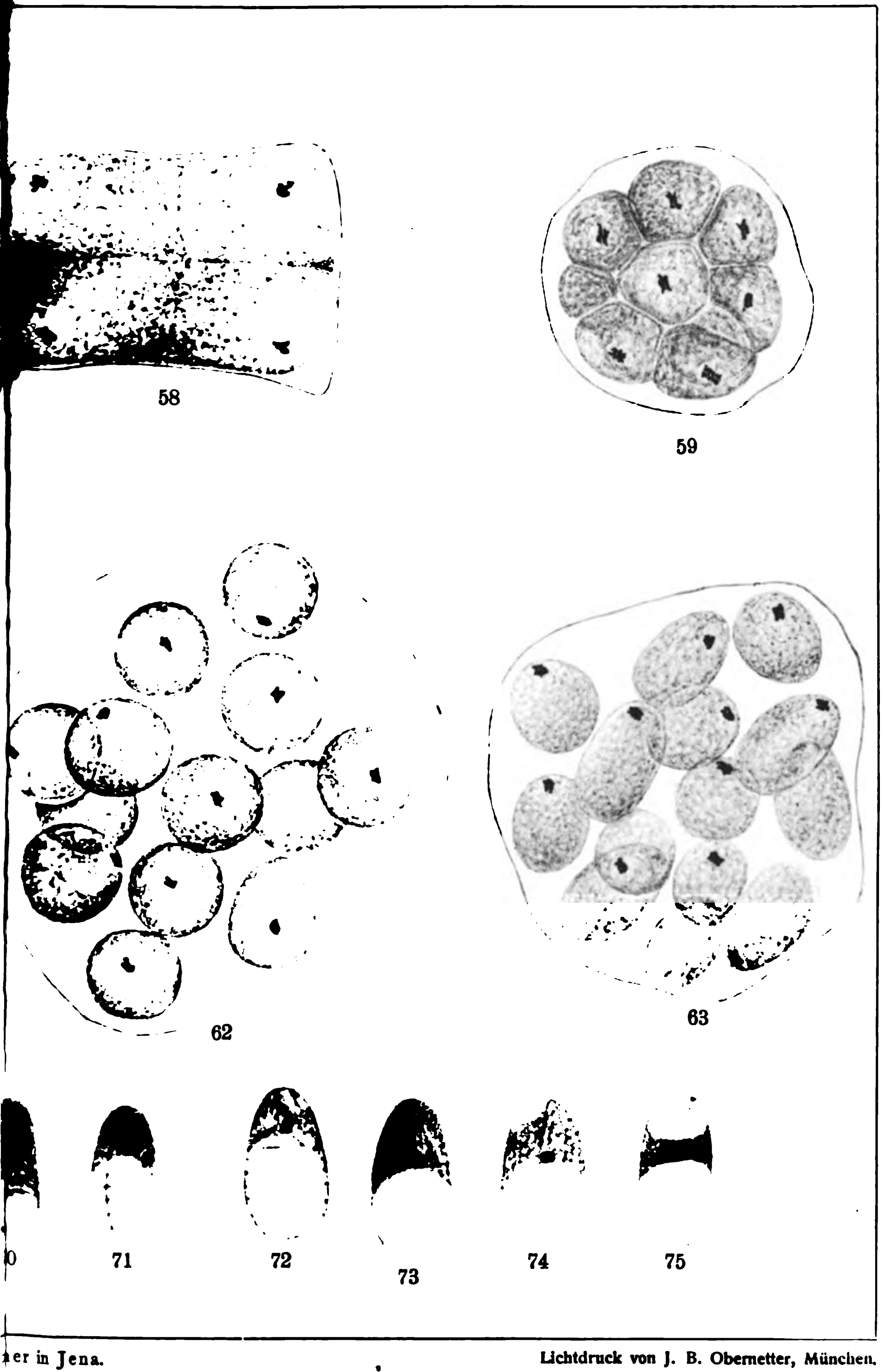


Zwölfer gez. Verlag von Gustav Fischer in Jena Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig



Zwölfer gez. Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.


56
57
60
61
64
65
66
67
68



ıer in Jena. Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Marburg.)

Die Neubildung des Peristoms bei der Teilung von *Bursaria truncatella.*

Von

Otto Schmähl.

(Hierzu 24 Textfiguren und Tafel 17—22.)

Inhaltsübersicht.

Einleitung.

Historischer Überblick und Fragestellung.

Bei einer Erörterung der Frage nach der Neubildung des Peristoms bei den Ciliaten im allgemeinen müssen wir in Erwägung ziehen, daß im Leben der Infusorien mehrere Fälle möglich sind, die eine Regeneration des Mundapparates erfordern.

Bei der Teilung muß zum mindesten für den zweiten Teilsprößling ein neues Peristom gebildet werden, sofern das Peristom des Muttertieres vom vorderen Sprößling übernommen wird. Es können aber auch für beide Teilsprößlinge neue Peristome gebildet werden unter Rückbildung des alten.

Ferner muß sowohl nach der Conjugation als auch nach der Encystierung das Peristom neu gebildet werden, weil während und zum Teil nach der Conjugation sowie vor der Encystierung eine Rückbildung des alten Mundapparates stattfindet.

Zu den genannten drei Fällen wäre noch ein vierter hinzuzufügen. Es ist eine schon lange bekannte Tatsache, daß bei gewissen Depressionszuständen neben anderen Organellen auch das Peristom rückgebildet wird, um nach Überwindung desselben durch ein neues ersetzt zu werden. So kann *Stentor* (nach Balbiani 1891 und Johnson 1893) ganz unabhängig von natürlicher oder künstlicher Teilung mehrfach sein Peristom erneuern. Etwas Ähnliches berichtet Wallengren (1901) von *Holosticha* und Lund (1917/18) von *Bursaria truncatella.* Die Beobachtungen des zuletzt genannten Autors kann ich bestätigen. Die Tiere erwecken ganz den Eindruck, als ob sie zur Teilung oder Encystierung schreiten wollten. Doch tritt keine der erwähnten Möglichkeiten ein, sondern die rückgebildeten Organellen werden regeneriert.

Schließlich wäre noch zu erwähnen, daß auch bei einer künstlichen Teilung ein neues Peristom angelegt werden muß.

Was nun im besonderen die Peristomneubildung bei der Teilung anlangt, so lauten die Ergebnisse der Autoren, die sich mit dieser Frage beschäftigen, sehr verschieden.

In seiner Arbeit „Über die Conjugation der Infusorien" 1889 widmet Richard Hertwig einige Seiten der Teilung von *Paramaecium* und spricht auch über die Neubildung des Peristoms. Er kommt dabei zu folgendem Ergebnis: „Das Cytostom des Muttertieres bleibt erhalten und geht in das Cytostom des vorderen Sprößlings über; das hintere Cytostom ist keine Neubildung, sondern ein Abkömmling des Muttercytostoms; indem es sich von diesem wie eine Knospe abschnürt, erhält die Teilung des *Paramaeciums* einige Ähnlichkeit mit Knospungsprozessen" (p. 206).

Zu einem ähnlichen Ergebnis war R. Hertwig bei seinen Untersuchungen über die Knospung von *Spirochona gemmipara* (1877 p. 162) gekommen.

Auf Grund dieser Befunde spricht Hertwig die Ansicht aus, „daß bei allen Infusorien das hintere Cytostom während der Teilung aus einer Ausstülpung des vorderen entsteht" (1889 p. 207). Obwohl er annimmt, daß auch der Wimperstreifen der neuen Cytostomknospe sich vom Wimperstreifen des alten Cytostoms abspaltet (p. 201), beschränkt er sich bei der Verallgemeinerung seiner Befunde auf die Mundöffnung.

Mit diesen Ergebnissen steht er in Widerspruch mit früheren Beobachtern. Das Problem der Teilung bei den Infusorien war wiederholt Gegenstand von Untersuchungen, doch herrscht gerade hinsichtlich der Peristom- und Cytostombildung bei diesen große Übereinstimmung. Sämtliche älteren Autoren lehren, wie R. Hertwig p. 206 angibt, daß das Cytostom des vorderen Tieres vom Muttertiere übernommen, das Cytostom für das hintere Tier dagegen neu gebildet wird. Speziell wurde eine solche Neubildung für *Paramaecium* behauptet, so auch von Bütschli in seinem großen Protozoenwerk in Bronn's Klassen und Ordnungen (1887/89, p. 1566). Andererseits wird aber von den älteren Beobachtern vereinzelt angegeben, daß andere neue Organellen durch Teilung aus den alten hervorgehen und zwar dann, wenn die betreffenden Organe nahezu die ganze Länge des Körpers erreichen.

So gehen die beiden adoralen Zonen der Sprößlinge bei *Aspidisca* nach Stein (1859 p. 123) aus der Durchschnürung der alten hervor. Eine ähnliche Teilung der Zone scheint nach Claparède-Lachmann, Balbiani und Bütschli nur noch für die *Vorticellinen* zu gelten (nach Bütschli 1887/89 p. 1565). Dagegen werden nach Stein (1859 p. 93) und Evertz (nach Bütschli 1887/89 p. 1565) auch bei diesen Infusorien die genannten Organellen nach Rückbildung der alten in jedem Sprößling neu angelegt.

Von besonderem Interesse ist die ältere Ansicht über die Neubildung des Peristoms bei denjenigen Ciliaten, deren Mundöffnung nahe am Hinterende liegt. Sie lautet dahin, „daß auch hier der Mund des hinteren Sprößlings sich neu anlegt, trotz der Lage des ursprünglichen. Dies geschieht aber dadurch, daß die Teilung durch ein ansehnliches Auswachsen des hinteren Körperendes eingeleitet wird, wobei der alte Mund seine Lage nicht verändert. Der Körper wird dabei auf das Doppelte verlängert, so daß der alte Mund nun in die Mitte der Ventralseite rückt. Nachdem die Durchschnürung ziemliche Fortschritte gemacht hat, legt sich ein neuer Mund am Hinterende des hinteren Sprößlings an“ (Bütschli 1887/89 p. 1566).

Jedenfalls herrschen bezüglich der Peristom- und Cytostombildung bei der Teilung der Infusorien nach Angabe der älteren Autoren verschiedene Verhältnisse, die sich, um im Sinne Stein's (1859 p. 92) zu sprechen, „ganz und gar nach der spezifischen Organisation des sich teilenden Tieres richten, also fast für jede Art auf eigentümliche Weise erfolgen muß“.

Es wurde eben darauf hingewiesen, daß R. Hertwig mit der Verallgemeinerung seiner Befunde im Widerspruch zu den früheren Autoren steht. Aber auch nach Aufstellung seiner These bezüglich der Cytostombildung scheint seine Ansicht von keinem Beobachter bestätigt worden zu sein.

Balbiani, der anfänglich die Lehre von einer Neubildung des Peristoms für den hinteren Sprößling vertreten hatte (1860^b p. 81) [1]), sprach später, ohne sich auf Beobachtungen zu stützen, die Vermutung aus, daß das neue Peristom im Zusammenhang mit dem alten präexistierenden gebildet werde (1881 p. 322) [1]). Nachdem er aber selbst *Loxodes rostrum* auf diese Frage hin untersuchte, kam er zu einem gegenteiligen Ergebnis und sprach sich auch gegen Hertwig's Ansicht aus (1890 p. 430) [2]).

Als eine Neubildung faßt auch Schewiakoff die Anlage des Peristoms für den hinteren Teilsprößling bei *Glaucoma scintillans* auf (1889 p. 33).

Schuberg hebt in seiner Arbeit „Zur Kenntnis des *Stentor coeruleus*“ (1891 p. 227) hervor, daß Hertwig's Ansicht für die *Stentoren* nicht in Frage kommt.

Obwohl Johnson (1893) bezüglich der Peristombildung bei der Teilung von *Stentor* anderer Meinung ist als Schuberg, so stimmt er mit ihm doch darin überein, daß sowohl das Peristom als auch das Cytostom im zweiten Teilsprößling neu angelegt werden.

Auch aus Arbeiten früherer Autoren, die sich mit der Frage der Teilung bei *Stentor* befaßt haben, ist weder aus dem Text, noch aus den Abbildungen zu ersehen, daß ein direkter Zusammenhang zwischen der Anlage des Peristoms für den hinteren Sprößling und dem Peristom des Muttertieres besteht (Stein 1867 p. 220—271, Taf. V—VIII).

Wallengren hat bei *Heliochona*, einer Form, die der *Spirochona gemmipara*

[1]) Nach Hertwig (1889 p. 205).

[2]) Nach Schuberg (1891 p. 127) und Wallengren (1901 p. 40).



sehr nahe steht, bei der aber HERTWIG zu demselben Ergebnis kam wie bei *Paramaecium*, nachgewiesen, daß kein Teil des Peristoms des mütterlichen Tieres auf den hinteren Sprößling übergeht (1895 p. 40).

DOFLEIN führt in seinem Lehrbuch der Protozoenkunde *Spirochona gemmipara* als Beispiel für Knospung bei Infusorien an, deren „Spiraltrichter und Haftscheibe von der Knospe ganz neu gebildet werden müssen" (1916 p. 154).

Außerdem hat WALLENGREN die Vorgänge bei der Neubildung des Peristoms bei *Euplotes harpa* eingehend untersucht (1901). Er kommt zu folgendem Ergebnis: „Das Peristom des hinteren Teilsprößlings sowie die neue Mundöffnung werden unabhängig vom alten Peristom und dessen Mundöffnung neu angelegt. Auf dem vorderen Sprößling bleibt das Peristom des mütterlichen Tieres gewöhnlich erhalten. Bei den meisten *Hypotrichen* wird es jedoch mehr oder weniger erneuert. Das ganze Peristom wird dagegen bei *Holosticha rubra* auch für den vorderen Sprößling vollkommen neu gebildet und das alte zusammen mit dem vorderen Körperende resorbiert" (p. 54).

Mit diesen Befunden stützt WALLENGREN gleichzeitig SCHUBERG's Angaben über diese Frage bei *Euplotes patella* (1899 p. 288).

Andererseits werden WALLENGREN's Angaben neuerdings von DEMBOWSKA bestätigt (1925 p. 186).

Außer bei den erwähnten Formen hat man auch bei einigen anderen Infusorienarten festgestellt, daß R. HERTWIG's Ansicht nicht allgemein gültig ist.

Für die *Ophryoscoleciden* gibt SCHUBERG an (1888 p. 409), daß die peristomale Zone im Innern des Körpers angelegt wird und hebt später (1891 p. 126) hervor, „daß keinerlei Beobachtungen vorliegen, welche an eine Entstehung des neuen Schlundes unter Beteiligung des alten denken ließen".

EBERLEIN bestätigt seine Befunde (1895).

Allerdings scheint nach GÜNTHER (1899 p. 560) bei *Ophryoscolex caudatus* und einer *Diplodinium*-Art das Peristom auf dieselbe Weise wie bei *Euplotes* und einigen anderen Infusorien durch eine frühzeitige Einsenkung von außen angelegt zu werden. Doch stimmen die zuletzt genannten Autoren darin überein, daß das neue Peristom ohne Beteiligung des alten entsteht.

Aus den angeführten Arbeiten erhellt, daß eine Verallgemeinerung bezüglich der Peristombildung bei der Teilung der Infusorien nicht angängig ist, sondern daß die schon eingangs (S. 362) erwähnte, von STEIN vertretene Ansicht aufrecht zu erhalten ist.

Eine diesem Standpunkt entsprechende Ansicht scheint neuerdings auch HERTWIG in seinem Lehrbuch zu vertreten. Er gibt an (1924 p. 201, 14. Aufl.): „Die alte Mundöffnung verbleibt im vorderen Teilsprößling, doch schnürt sich öfters von ihr eine Ausstülpung ab, welche am hinteren Sprößling sich zu einer neuen Mundöffnung entwickelt, sofern diese nicht vollkommen neu entsteht."

So ist also aus den bisherigen Untersuchungsergebnissen zu ersehen, daß bezüglich der Neubildung des Mundapparates bei der Teilung der Infusorien folgende Fälle möglich sind:

1. Im hinteren Teilsprößling kann er vollkommen neu angelegt werden (*Stentor*, *Euplotes*).

2. Er kann im Zusammenhang mit dem alten entstehen (*Paramaecium*).



3. Für den vorderen Teilsprößling kann das Peristom des Muttertieres übernommen werden. Es erfährt oft mehr oder weniger eine Reorganisation (*Paramaecium*, *Euplotes*).

4. Es wird auch für den ersten Sprößling unabhängig vom alten neu angelegt (*Holosticha*).

Einen weiteren Beitrag zu dieser Frage sollen die folgenden Untersuchungen liefern. Es soll versucht werden, in der Hauptsache die Entstehung des Peristoms bei *Bursaria truncatella* klarzulegen. Doch kann ich nicht umhin, auch einige andere Fragen, die mit der Teilung im Zusammenhang stehen, zu beleuchten.

Bursaria truncatella ist wegen des deutlichen und umfangreichen Peristoms ein besonders geeignetes Objekt zur Untersuchung der in Frage kommenden Verhältnisse. Es ist jedoch nicht leicht, die Veränderungen am Mundapparat zu verfolgen, wie sie sich vor, während und nach der Teilung vollziehen, was auf den komplizierten Bau desselben zurückzuführen ist.

Bisher sind nicht nur über dieses Problem, sondern auch über *Bursaria* im allgemeinen verhältnismäßig wenig Untersuchungen angestellt worden, was wohl seinen Grund darin hat, daß sie nicht überall vorkommt und dann auch nicht in solchen Massen wie beispielsweise *Paramaecium* oder *Stentor*.

Die ersten Angaben über Peristombildung bei *Bursaria* finden wir in der Arbeit von BRAUER: „*Bursaria truncatella* unter Berücksichtigung anderer *Heterotrichen* und der *Vorticellinen*“ 1885. Jedoch handelt es sich hierbei nur um Peristomneubildung nach der Encystierung.

Dann hat SCHUBERG (1886) auf Grund der BRAUER'schen Ausführungen und seiner eigenen Untersuchungen Vermutungen über die Ausbildung des Peristoms angestellt, um einige besondere Verhältnisse im Bau des Peristoms erklären zu können.

Ferner hat PROWAZEK (1899) in seinen Untersuchungen über die Conjugation der *Bursaria* einige Ausführungen über Peristombildung nach der Conjugation gegeben, die aber gegenüber den schon erwähnten Autoren nichts Neues bringen.

In der neueren Zeit war es LUND (1917/18), der in seiner der Morphogenese der *Bursaria* gewidmeten Arbeit einige Veränderungen während der Teilung angibt und dabei auch über Peristomneubildung spricht. Auf seine Darlegungen komme ich im Verlaufe der weiteren Ausführungen wiederholt zurück.

Material und Untersuchungsmethoden.

Das den Untersuchungen zugrunde liegende Material stammt aus dem Teich des botanischen Gartens zu Marburg. Mittels eines an einem starken Draht befestigten Glases wurde in unmittelbarer Nähe der Ufers zwischen Wasserpflanzen geschöpft und hierbei vereinzelt *Bursarien* gefunden.

Kulturen wurden in der Weise angesetzt, daß etwas Laub und einige Wasserpflanzen (*Ceratophyllum*) mit dem nötigen Wasser in die Gläser gebracht wurden. Durch Abspülen der genannten Pflanzen in dem für die Kulturen bestimmten Wasser erhielt ich Cysten, die nach einigen Tagen im Zimmer ausschlüpften. In der angegebenen Weise wurden die Tiere von Ende September 1924 bis Oktober 1925 ohne Unterbrechung gehalten. Im Freien fand ich *Bursarien* vereinzelt vom Herbst bis Anfang Mai und dann wieder im September. Tiere, die sich in den angesetzten Kulturen encystierten, wurden durch Zusatz von Leitungswasser zum Schlüpfen veranlaßt. Auf diese Weise und durch die im folgenden Abschnitt angegebenen Züchtungsversuche hatte ich während meiner ganzen Untersuchungen andauernd lebendes Material zur Verfügung.

Die Tiere, im besonderen solche, die sich in Teilung befanden, wurden eingehend lebend studiert, und zwar sowohl freischwimmend in Uhrschälchen als auch unter dem mit Glasfäden unterstützten Deckglase. Letzteres ist insofern mit Schwierigkeiten verbunden, als die Tiere unter dem Deckglase lebhaft umherschwimmen. Untersuchungen im hängenden Tropfen waren bei weitem günstiger. Um über die Rück- und Neubildungsvorgänge ins klare zu kommen, wurden die Untersuchungen in weitestem Maße am lebenden Tier ausgeführt. Auch Vitalfärbungen mit Neutralrot und Methylenblau wurden zu diesem Zwecke ausgeführt. Zur Kontrolle der gewonnenen Resultate folgte ein eingehendes Studium an Totalpräparaten und Schnitten.

Zum Zwecke der Fixierung wurden sich teilende Tiere einzeln mit der Pipette gefangen und in die Konservierungsflüssigkeit gebracht. Normale Tiere wurden in größeren Mengen den Kulturen entnommen und mit der Fixierungsflüssigkeit übergossen. Als Fixierungsmittel wurde mit bestem Erfolg starke FLEMMING'sche Lösung verwendet. Auch ZENKER's Gemisch wurde benutzt und ergab sehr befriedigende Resultate.

Für die Untersuchungen wurden sowohl von normalen Tieren

als auch von den verschiedenen Teilungsstadien zahlreiche Totalpräparate hergestellt. Sie wurden mit Pikrokarmin, Boraxkarmin und Delafield'schem Hämatoxylin gefärbt. Bei Fixierung von Objekten mit starker Flemming'scher Lösung zum Zwecke der Herstellung von Totalpräparaten darf die Konservierungsflüssigkeit nur kurze Zeit einwirken. Das Material ist dann gut in Wasser auszuwaschen; denn eine Bräunung der Objekte durch die Osmiumsäure verhindert eine differente Färbung. Das mit Flemming'scher Lösung fixierte Material ergab mit Pikrokarmin gefärbt die besten Totalpräparate. Durch Osmiumsäure gebräunte Tiere ergaben ohne besondere Färbung sehr brauchbare Präparate zum Studium der allgemeinen Formverhältnisse.

Die wichtigsten Ergebnisse über die Peristombildung wurden an Längs- und Querschnitten von 2, 3 und 5 μ Dicke gewonnen. Die Überführung der verhältnismäßig großen Objekte in Paraffin bietet keine nennenswerten Schwierigkeiten. Die Objekte lassen sich auch gut mit dem Mikrotom in Schnitte zerlegen. Diese wurden vorzugsweise mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain gefärbt. Auch die Dreifachfärbung nach Mallory ergab recht differente Färbungen und übersichtliche Bilder. Außer den angeführten Färbungen gelangten noch Safranin mit Nachfärbung von Lichtgrün, Methylgrün und Gallozyanin-Chromalaun zur Verwendung.

Die Figuren wurden mit Hilfe des Abbé'schen Zeichenapparates und eines Zeiss'schen Mikroskopes in der Höhe des Arbeitstisches entworfen und ausgeführt. Die Vergrößerung ist bei den einzelnen Figuren angegeben.

1. Biologisches zur Teilung von *Bursaria truncatella*.

a) Teilung bei Zimmertemperatur und günstigen Nahrungsbedingungen.

Ehe ich auf die Teilung von *Bursaria* eingehe, dürfte es von Interesse sein, einige biologische Beobachtungen mitzuteilen, soweit sie zur Teilung in Beziehung stehen.

In den für meine Untersuchungen angesetzten Kulturen traten die ersten Bursarien in den Monaten November bis Ende Januar in der Regel nach 8—10 Tagen auf. Fand ich die ersten Tiere auch nur vereinzelt und spärlich, so begann doch bald eine rasche Vermehrung und nach weiteren 10—14 Tagen enthielten die Kulturgläser tausende von Tieren. Trotzdem war es mir nicht möglich, eine genügende Anzahl von Teilungsstadien zu finden, wie ich sie zur Fixierung nötig hatte, sondern nur hin und wieder gelang es mir, sich teilende Tiere zu bekommen.

So war ich denn gezwungen, Züchtungsversuche anzustellen. Ich benutzte dafür Petrischalen, Uhrschälchen und ausgeschliffene Objektträger. Mit Hilfe der ersteren stellte ich kleine Kulturen her, indem ich Wasser und etwas von dem Pflanzenmaterial den Infusionen entnahm. Diese Züchtungsversuche gelangen im großen und ganzen gut. Die Tiere wurden hauptsächlich mit *Urozentrum turbo*, *Stentor* und *Frontonia* gefüttert. Schwierigkeiten machte die Fütterung keinesfalls; denn *Bursaria* ist im allgemeinen nicht wählerisch. Sie gehört zu den Raubinfusorien. Als Nahrung dienen ihr der bei weitem größte Teil der Protozoen und von kleinen Metazoen besonders Rotatorien. Steht ihr reichlich aus den verschiedensten Tieren bestehende Nahrung zur Verfügung, so trifft sie eine Auswahl. Ich fand, daß die oben angeführten Infusorien von ihr bevorzugt werden. Bei Nahrungsmangel nimmt sie selbst pflanzliche Kost zu sich: Algen, besonders Diatomeen. Wenn überhaupt eine Schwierigkeit in der Züchtung von *Bursaria* besteht, so liegt sie höchstens darin, die genügende Menge von Nahrungstieren zu finden; denn sie ist ungemein gefräßig.

Wenn es sich darum handelte, einzelne Tiere oder Teilungsstadien zur genaueren Beobachtung zu isolieren, benutzte ich Uhrschalen und ausgeschliffene Objektträger.

Wie oft und in welchen Zeiträumen sich *Bursaria truncatella* bei reichlicher Nahrung und günstiger Temperatur teilt, geht aus der Tabelle A hervor.

Ein Tier wurde in einer Uhrschale isoliert. Täglich führte ich ihm und den aus Teilungen hervorgegangenen Individuen 1—2 mal Nahrung zu; auch bekamen sie jeden Tag frisches Kulturwasser.

Tabelle A.

Temperatur 18°—20° Celsius.

Datum	Zeit	Individuen
23. Nov.	7 Uhr abends	1
24. „	9,30 „ vormittags	2
25. „	9,15 „ „	4
26. „	9,45 „ „	8
27. „	9,30 „ „	12
28. „	9,50 „ „	19
29. „	9,15 „ „	30
30. „	12 „ mittags	65
1. Dez.	12 „ „	123
2. „	12 „ „	schätzungsweise 200—250
3. „	12 „ „	„ 400—500
4. „	12 „ „	Die ersten Conjugationen.

Bei der angegebenen Temperatur und unter günstigen Nahrungsbedingungen teilen sich also die Tiere innerhalb 24 Stunden einmal.

Ich habe derartige Versuche in großer Zahl angestellt. Die angeführte Tabelle wie auch die folgenden Zahlen sind nur charakteristische Auszüge aus meinen Tagebuchaufzeichnungen über die Züchtungen. Alle Versuche zeigen im wesentlichen dasselbe Bild. Nach einer Periode rascher Vermehrung durch Teilung traten Conjugationen auf. Damit hörten sofort die Teilungen auf. Nur beim Auftreten der ersten Conjugationspärchen fand ich noch ganz vereinzelt Teilungsstadien. In demselben Verhältnis wechselten Perioden ungeschlechtlicher Fortpflanzung und Conjugationen auch in den großen Kulturgefäßen ab. Nach beendeter Conjugation trat ein Ruhestadium ein. Die Tiere encystierten sich.

Bei solch speziellen Untersuchungen, wie sie hier an *Bursaria truncatella* vorgenommen wurden, treten natürlich gelegentlich auch andere Erscheinungen im Leben des Untersuchungsobjektes auf, die mit der vorliegenden Fragestellung in keinem direkten Zusammenhange stehen. Es wird jedoch von allgemeinem Interesse sein, auch solche gelegentlichen Beobachtungen, soweit sie etwas Neues bieten, mitzuteilen.

Das in der jüngst veröffentlichten Arbeit von Dogiel (1925) erneut behandelte Problem über „Die Geschlechtsprozesse bei Infusorien“ veranlaßt mich hervorzuheben, daß auch bei *Bursaria* in vielen Fällen ein deutlicher Unterschied in der Größe der beiden Conjuganten festzustellen ist. Doch zeigt sie insofern Ähnlichkeit mit *Chilodon*, als eine ausgesprochene Differenzierung erst nach der Vereinigung der Conjuganten entsteht. Andererseits gilt auch für *Bursaria*, was bisher von anderen Formen bekannt ist (*Stentor*, *Paramaecium putrinum*), daß diese Differenzierung zwischen den Partnern nur bei einem gewissen Prozentsatz der Pärchen auftritt.

Dogiel verallgemeinert seine Untersuchungsergebnisse an *Ophryoscoleciden* und *Cycloposthiden* dahin, „daß bei sämtlichen Ciliata ein auch im morphologischen Sinne ganz abgesondertes Stadium der Geschlechtstiere oder Präconjuganten existieren muß, obwohl morphologische Unterschiede solcher Individuen von neutralen Tieren auch sehr gering sein können“ (1925 p. 405).

Die Tatsache, daß nach einer Zeit ungeschlechtlicher Fortpflanzung durch Teilung stets Conjugation eintritt, obwohl den Kulturen dauernd frisches Wasser und reichlich Nahrung zugeführt wurde, spricht für die Ansicht, die schon Balbiani ausgesprochen hat, und die von Dogiel in der vorhin erwähnten Arbeit wieder

aufgegriffen wurde, daß im Leben der Infusorien regelmäßig ungeschlechtliche, durch Teilung sich fortpflanzende, und geschlechtliche Generationen, die gleichsam den Abschluß der ungeschlechtlichen Fortpflanzung bilden, miteinander abwechseln. Der Eintritt der Conjugation bildet somit den Abschluß einer Epoche im Lebenscyclus der Infusorien, in welcher die Teilung die allein herrschende Form der Vermehrung bildete (1860 a p. 1191—95). Nach BALBIANI und DOGIEL (1925 p. 435) haben wir es also bei den Infusorien mit einem Generationswechsel zu tun.

In den Vorfrühlingsmonaten, Mitte Februar bis Ende April, zeigten sowohl die Kulturen als auch die Züchtungen ein anderes Bild als im Winter. Das vegetative Leben der *Bursarien* dauerte insofern länger, als Teilungen viel seltener waren, als für die Wintermonate angegeben wurde. Conjugationen traten merkwürdigerweise überhaupt nicht auf, selbst dann nicht, wenn ich das Kulturwasser in den Züchtungsschalen nicht dauernd erneuerte. So hielt ich die Tiere wochenlang. Einige encystierten sich, und schließlich wurde der Cyclus in der Kultur dadurch zum Abschluß gebracht, daß alle Tiere in den Cystenzustand übergingen.

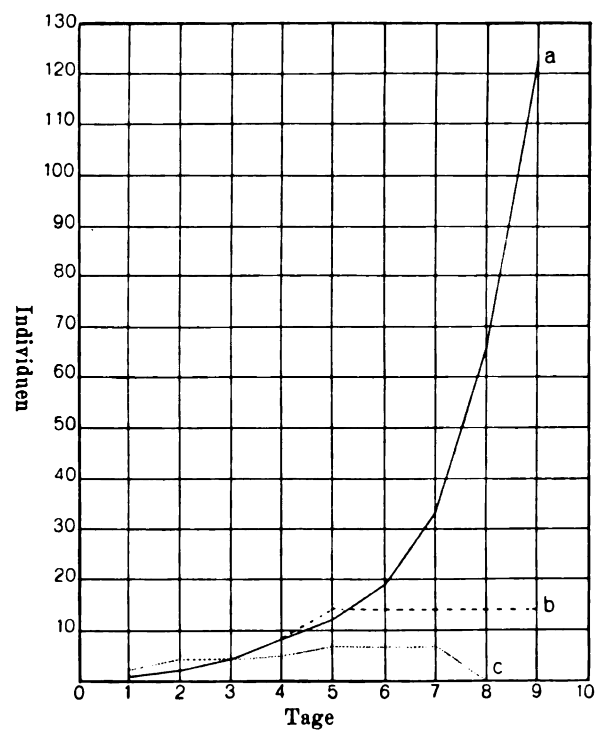
b) Einwirkung niedriger Temperatur auf die Teilung.

Es liegt nahe, daß die Temperaturverhältnisse für die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Teilung von wesentlichem Einfluß sind. Um nachzuprüfen, wie die *Bursarien* hinsichtlich ihrer Teilung auf Kälte reagieren würden, isolierte ich Tiere in einem kalten Raume, aber unter ebenso guten Nahrungs- und Wasserbedingungen, wie vorhin angegeben wurde. Ein Vergleich der angeführten Zahlen der Tabelle B mit denjenigen der ersten Tabelle zeigt auffallend die Unterschiede in bezug auf die Teilung von *Bursaria* sowohl als auch auf den Abschluß der Teilungsphase.

Tabelle B.

Datum	Zeit	Individuen	Temperatur
7. Dez.	12 Uhr mittags	1	7° Celsius
8. „	9,30 „ morgens	2	7° „
9. „	9,30 „ „	2	6° „
10. „	9,30 „ „	2	6° „
11. „	11 „ „	4	4° „
12. „	9,45 „ „	4	4° „
13. „	9,45 „ „	4	4° „
14. „	10 „ „	2 u. 2 Cysten	4° „
15. „	11 „ „	4 „	5° „

Zur besseren Veranschaulichung der Unterschiede bei der Teilung von *Bursaria* unter den verschiedenen Bedingungen wurde auch die graphische Methode gewählt. Die Abszisse gibt die aufeinanderfolgenden Tage, die Ordinate die Zahl der durch Teilung hervorgegangenen Individuen an. Ein Vergleich der Teilungskurven a und b in Textfig. A veranschaulicht den Unterschied der Teilungen



Textfig. A. Teilungskurven.
a) Kurve von einem bei Zimmertemperatur (18—20° C) und günstigen Nahrungsbedingungen isolierten Tier. b) Kurve von einem bei niedriger Temperatur (4—7° C) isolierten Tier. c) Kurve von hungernden Tieren.

bei verschiedenen Temperaturbedingungen recht deutlich. Bei erhöhter Temperatur steigt die Kurve (a) bis zum 9. Tage. Am 10. Tage beginnen die Conjugationen, und damit hört die ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung auf. Bei niedriger Temperatur steigt die Kurve (b) ungefähr gleichmäßig mit der ersten bis zum 5. Tage, dann hören die Teilungen auf. Die Tiere encystieren sich.

Auch diese Versuche wurden des öfteren angestellt. Sie ergaben immer wieder dasselbe Resultat. 6—10 Tage, nachdem die

Tiere isoliert wurden, begannen sie, je nach der Höhe der Temperatur, in den Cystenzustand überzugehen. Im allgemeinen zeigten sie im Gegensatz zu denjenigen im warmen Zimmer ein nahezu krankhaftes Aussehen. Sie lagen träge auf dem Boden der Schale, während die bei höherer Temperatur gehaltenen lebhaft umherschwammen. Auch nahmen sie wesentlich weniger Nahrung zu sich. In keinem Falle traten Conjugationen auf. In diesem Punkte sowie in der Tatsache, daß das vegetative Leben durch Encystierung zum Abschluß gebracht wird, besteht eine gewisse Übereinstimmung mit dem Verhalten der Tiere im Frühjahr. Eine Erklärung hierfür liegt in den Temperaturverhältnissen begründet; denn im Frühjahr hielt ich die Kulturen im ungeheizten Zimmer bei 12°—14° Celsius.

Im übrigen gelang es auch bei anderen Infusorien durch Kälteeinfluß sie zur Encystierung zu veranlassen. Ich denke an Hertwig's Versuche mit *Dileptus* (1903). Auch erhielt er eine um das Dreifache größere Zahl der auf einen Tag entfallenden Teilungen bei *Dilepten*, als er sie bei einer Temperatur von 19° in einen Brutofen von 25° brachte. Umgekehrt ging die Vermehrung rapid herunter, als die Tiere in kühle Temperatur (12° C) gebracht wurden (p. 57).

c) Einfluß der Nahrungsbedingungen auf die Teilung.

Es liegt in der Natur der Sache, daß die Nahrungsbedingungen für die Fortpflanzung eine große Rolle spielen. So berichtet Schuberg (1891 p. 223), daß *Stentoren* (*St. coeruleus*), die sich in Infusionen mit wenig Nahrung befanden, sich im Verhältnis zu solchen mit reichlicher Nahrung selten teilten. Andererseits fand bald eine ungeschlechtliche Vermehrung durch Teilung statt, wenn dieselben Tiere in gute Nahrungsbedingungen versetzt wurden.

Auch ich erzielte eine weit größere Anzahl von Teilungsstadien zu einer bestimmten Zeit, als bei gewöhnlicher Nahrungszufuhr, indem ich die Tiere in den Gläsern hungern ließ und dann plötzlich reichlich Nahrung zuführte.

Daß die Nahrungsbedingungen nicht allein ausschlaggebend für die Teilung sind, beweisen Versuche mit Tieren, die ich ohne Nahrung isolierte. Zunächst wurden einige Exemplare in Leitungswasser gebracht. Doch schon innerhalb der nächsten Stunden lösten sie sich auf. Darauf wurden andere in Kulturwasser gesetzt, das ich vorher mittels Fließpapier filtriert hatte. Ich bin mir wohl be-

wußt, daß auf diese Weise immerhin kleine Protozoen im Wasser verbleiben, die dann dem isolierten Tier als Nahrung dienen konnten. Doch in Anbetracht ihres großen Nahrungsbedürfnisses spielen diese winzigen Nahrungsmengen so gut wie keine Rolle; auch in diesem Falle wurde das Wasser von Zeit zu Zeit erneuert.

Tabelle C.

Temperatur 18°—20° Celsius.

Datum	Zeit		Individuen
25. Nov.	9,30	Uhr abends	2
26. „	9,30	„ morgens	4
27. „	9,45	„ „	4
28. „	9,30	„ „	3 u. 1 Teilung (5)
29. „	9	„ „	7
30. „	11,45	„ morgens	7 (5 im Volumen stark reduziert).
1. Dez.	11,45	„ „	7 (alle wesentlich klein)
2. „	11,45	„ „	alle Tiere aufgelöst.

Wider alles Erwarten teilten sich beide Tiere vom 1. zum 2. Tage, dann noch einmal ein Tier vom 3. zum 4. Tage, und vom 4. zum 5. Tage 2 Tiere. Sie enthielten naturgemäß keine Nahrungskörper, sahen infolgedessen hell und durchsichtig aus. Die aus der Teilung hervorgegangenen Tiere waren wesentlich kleiner als die zuerst isolierten Muttertiere. Auffallend war, daß von den am 6. Tage vorhandenen 7 Exemplaren 5 in ihrem Volumen gegenüber normalen Tieren sehr stark reduziert waren. Am 7. Tage wiesen alle Tiere diese Erscheinung auf und am 8. Tage waren sie alle aufgelöst. Während bei den vorher erwähnten Versuchen nach einer gewissen Zeit die Zahl der Individuen dieselbe bleibt und nur die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Conjugation oder Encystierung unterbrochen wurde, gingen die Tiere bei diesen nach einigen Tagen zugrunde. Die entsprechende Kurve (c, Textfig. A) weicht daher insofern von den ersten ab, als sie am 8. Tage auf Null fällt.

Die auffallende Erscheinung, daß auch hungernde Zellen sich zu teilen vermögen, ist schon lange bekannt. R. Hertwig hat diesbezügliche Beobachtungen bei Protozoen gemacht und war zu dem Resultat gekommen, „daß die Vermehrung der Protozoen nicht eine unmittelbare Funktion ihrer Ernährung sei, sondern daß bei ihr noch ein unbekannter Faktor mitwirke, der so mächtig ist, daß auch beim Ausbleiben der Nahrungsaufnahme Teilungen möglich sind“ (1903 p. 112).

Was die Größenunterschiede, welche durch Fütterungseinflüsse bedingt werden, anbetrifft, so war es ebenfalls R. Hertwig, der nachgewiesen hat, daß ein hungerndes *Actinosphaerium* von mittlerer Größe (0,5 mm) bis zu einer Größe von wenigen hundertstel mm schrumpfen kann, ehe es abstirbt (1903 p. 54). Eine enorme Veränderlichkeit der Größe unter diesen Bedingungen beobachtete derselbe Autor auch bei *Dileptus gigas* (1903 p. 54). Anders verhalten sich die verschiedenen *Paramaecium*-Arten. Hier ist die Variation in der Größe nicht so auffallend. Wallengren fand, daß die Dimension von Breite und Länge infolge von Hunger nicht einmal auf die Hälfte zurückgeht, bevor sie sterben (1902).

d) Im Dunkeln isolierte Tiere und ihre Teilung.

Obwohl sich die Tiere verhältnismäßig oft teilten, und man bei einer derart großen Individuenzahl demnach auch reichlich Teilungsstadien hätte finden müssen, gelang dies doch nur selten. Immer wieder waren die Tiere, die im Laufe des Tages noch keinerlei sichtbare Vorbereitungen zur Teilung zeigten, am nächsten Morgen geteilt. So lag denn die Vermutung nahe, daß sie sich hauptsächlich nachts teilten. Ich dehnte die Beobachtungen auch auf die Nachtstunden aus. Dabei fand ich wesentlich mehr Teilungsstadien als am Tage. So verdanke ich mein reichliches fixiertes Material fast ausschließlich den Nachtbeobachtungen, die sich auf alle Stunden erstreckten. Doch konnte ich nicht feststellen, daß bestimmte Stunden für die ungeschlechtliche Fortpflanzung besonders bevorzugt wurden. Die Tiere teilten sich zu allen Stunden bis in den Morgen. Es war also nie möglich, zu einem gewissen Zeitpunkt viele und zu einem anderen weniger Teilungen zu finden. Wenn sog. Teilungsepidemien auftraten, beispielsweise unmittelbar vor der Conjugation, fand ich auch am Tage reichlich Teilungen vor.

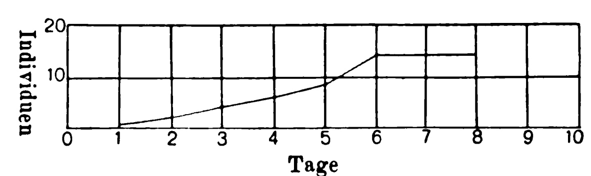
Um die Ursachen zu erforschen, die die *Bursaria* veranlassen, sich vorzugsweise nachts zu teilen, suchte ich zunächst ähnliche Bedingungen dauernd zu schaffen, wie sie nachts gegeben waren. Als beeinflussend konnte die Dunkelheit in Frage kommen; denn Nahrungs-, Wasser- und Temperaturbedingungen waren ja dieselben wie am Tage. So isolierte ich einzelne mit reichlicher Nahrung versorgte Tiere bei derselben Zimmertemperatur, wie sie für die Tabelle A angegeben ist, in einem dunklen Raume. Die Schalen wurden, wie aus der folgenden Tabelle zu ersehen ist, täglich zweimal am Morgen und abends kontrolliert.

Tabelle D.

Im Dunkeln isoliert. Temperatur 18°—20° Celsius.

Datum	Zeit			Individuen
7. Dez.	12	Uhr	mittags	1
	7,30	"	abends	1
8. "	9,20	"	morgens	2
	7,30	"	abends	2
9. "	10	"	morgens	4
	9,30	"	abends	4
10. "	9,20	"	morgens	4
	7,30	"	abends	6
11. "	9,30	"	morgens	8
	7,30	"	abends	8
12. "	9,30	"	morgens	13 u. 1 in Encystierung
	7,30	"	abends	13 u. 1 Cyste
13. "	9,30	"	morgens	13 u. 1 "
	7,30	"	abends	12 u. 1 " u. 1 in Encystierung
14. "	10	"	morgens	12 u. 2 Cysten
15. "	9,30	"	"	alle im Begriff sich zu encystieren
17. "	9,30	"	"	alle encystiert.

Obwohl die Tiere dauernd im Dunkeln waren, teilten sie sich auch vorwiegend nachts. Ein Vergleich der Zahlen in der letzten Tabelle mit den vorhergehenden zeigt eine gewisse Übereinstimmung der Tabellen D und B. Noch auffallender tritt sie hervor bei einem Vergleich der Teilungskurven Textfig. A b u. Textfig. B. Bei meinen Kulturen wirkten erniedrigte Temperatur und Dunkelheit in der gleichen Richtung. Beide veranlaßten *Bursaria* zur Encystierung.



Textfig. B. Teilungskurve von im Dunkeln isolierten Tieren.

Was bei anderen Infusorien schon mehrfach bemerkt worden ist, nämlich, daß die Teilung bei Tieren von sehr verschiedener Größe stattfinden kann, konnte ich bei *Bursaria* ebenfalls feststellen. So waren Exemplare in den Kulturen, die sich in bezug auf ihre Größe ziemlich auffällig von den anderen unterschieden. Sie vermehrten sich durch Teilung ebensogut wie diese. In fast allen Infusionen beobachtete ich, daß die ersten Tiere relativ klein waren. Es erfolgte dann eine rasche Vermehrung durch Teilung und gleichzeitig ein Wachstum der einzelnen Individuen, vorausgesetzt, daß die Nahrungsbedingungen gut waren. Im anderen Falle konnte ich

gerade das Gegenteil beobachten. Wenn die Tiere der erstgenannten Kulturen zur Conjugation schritten, hatten sie nahezu doppelte Größe.

Derartige biologische Untersuchungen in bezug auf die Teilungen sind bei *Bursaria truncatella* bisher nicht vorgenommen worden, wohl aber an anderen, der *Bursaria* nahestehenden Infusorien. So liegen ähnliche Ergebnisse hinsichtlich der Zahl der Teilungen, die ich für *Bursaria* feststellte, auch für *Stentor* vor. Nach Maupas und Schuberg (1891 p. 224) fand im geheizten Zimmer bei guter Ernährung ungefähr innerhalb 24 Stunden eine Teilung statt. Aus den angeführten Tabellen bei Johnson (1893 p. 535) geht dasselbe hervor.

2. Bau des Peristoms.

Zum Verständnis der Rück- und Neubildungsprozesse am Peristom bei der Teilung eines Infusors ist eine eingehende Kenntnis der allgemeinen Formverhältnisse desselben notwendig. Bei *Bursaria truncatella* weist das Peristom gegenüber anderen Infusorien einen komplizierten Bau auf. Für die Erkenntnis der Peristomverhältnisse bedeuten die Untersuchungen von Brauer (1885) und Schuberg (1886) einen wesentlichen Fortschritt gegenüber früheren Beobachtern. Indem ich auf die Arbeiten dieser Autoren verweise, kann ich mir eine weitgehende Beschreibung der Peristomverhältnisse ersparen. Sofern es sich aber um abweichende oder neue Befunde handelt, will ich diese klarzulegen versuchen.

Um eine plastische und genaue Vorstellung vom Peristom zu bekommen, und um eine Bestätigung der durch Untersuchungen an lebenden Objekten, Totalpräparaten, Längs- und Querschnitten erhaltenen Vorstellung zu erlangen, wurde eine *Bursaria* auf Grund einer vollständigen guten Serie von Querschnitten rekonstruiert. Ich hielt mich bei Herstellung des Modells im wesentlichen an die Angaben der im Literaturverzeichnis genannten Autoren und an K. Peter: „Die Methoden der Rekonstruktion“ (1906). *Bursaria* eignet sich gut zur Herstellung eines Plattenmodells, da sie sich bei der Fixierung nicht kontrahiert, wie es beispielsweise bei *Stentor* der Fall ist. Doch ist zu beachten, daß möglichst ein Objekt ohne Nahrungskörper oder höchstens mit wenigen kleinen Nahrungsvakuolen gewählt wird. Große Nahrungskörper verursachen Verschiebungen der adoralen Zone, drücken sie infolge ihrer Elastizität in die Peristomhöhle und verengen diese. Das Modell würde dann, wenn nicht gerade ein falsches, so doch ein anormales Bild vom Peristom ergeben.

a) Peristomhöhle.

Das große und kompliziert gebaute Peristom (Taf. 17 Fig. 1) fällt bei Betrachtung einer lebenden *Bursaria* schon bei schwacher Vergrößerung ins Auge. Es hat die Form eines „Trinkhornes“ und durchzieht in einer halben wendeltreppenartigen Windung nahezu den ganzen Körper. Die anfangs weite Peristomhöhle (Taf. 17 Fig. 1 ph u. Textfig. C ph) wird nach hinten enger und mündet mit einer Krümmung zur linken und schließlich zur dorsalen Seite tief im Körperinnern ins Entoplasma (Taf. 17 Fig. 1 u. Textfig. E md). Ihre Mündung ist im Verhältnis zur Öffnung äußerst klein. Diese wird einerseits durch die offene Vorderwand, andererseits durch einen tiefen, bis etwa in die Mitte des Körpers reichenden „ventralen Ausschnitt“ gebildet (Taf. 17 Fig. 1 va). Mitunter findet man Objekte, die im Verlaufe des hinteren Teiles des Peristoms Modifikationen aufweisen. Die wichtigsten Abweichungen hat Schuberg (1886 Taf. XX, Fig. 2—5 u. p. 340) dargestellt, so daß ich mir eine genaue Beschreibung derselben ersparen kann.

b) Adorale Wimperzone.

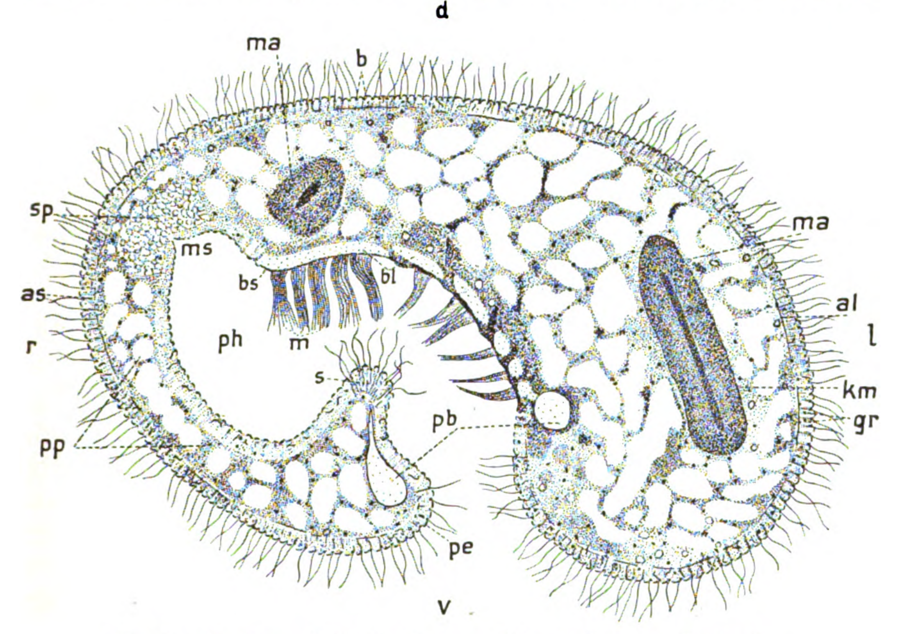
Auf der linken Seite der Peristomhöhle zieht sich die adorale Wimperzone hin (Taf. 17 Fig. 1 mz). Indem sie im vorderen Teil schmal beginnt, nach der Mitte zu breiter wird und sich im hinteren Teile wieder verjüngt, erstreckt sie sich durch die ganze Peristomhöhle, macht also die typischen Krümmungen derselben mit. Zwischen S-förmigen ectoplasmatischen Erhebungen der adoralen Zone, den „Querstreifen“ des Peristoms (Textfig. E u. F qus), entspringen die Membranellen, die die Form nahezu rechteckiger Plättchen haben (Textfig. C m). Sie sitzen homogenen Lamellen auf (Textfig. F bl), die ihrerseits wieder an dem von Schuberg entdeckten Peristomband inserieren (Taf. 17 Fig. 1 pb).

c) Peristomband.

Das Peristomband (Taf. 17 Fig. 1 pb) ist ein homogenes bandförmiges Gebilde, das, sich nach vorn beiderseits zuspitzend, um den ventralen Ausschnitt herumzieht. Am Peristomwinkel (Taf. 17 Fig. 1 pw) erreicht es seine größte Breite. Nach hinten gibt es einen sich zuspitzenden Fortsatz zur Stützung des Septums ab (Taf. 17 Fig. 1 hf u. Textfig. D hf). Im Zusammenhang mit den Basallamellen (Textfig. C bl) und dem Querband (Taf. 17 Fig. 1 qub) stellt das Peristomband einen elastischen Stützapparat für das Peristom dar.

d) Septum.

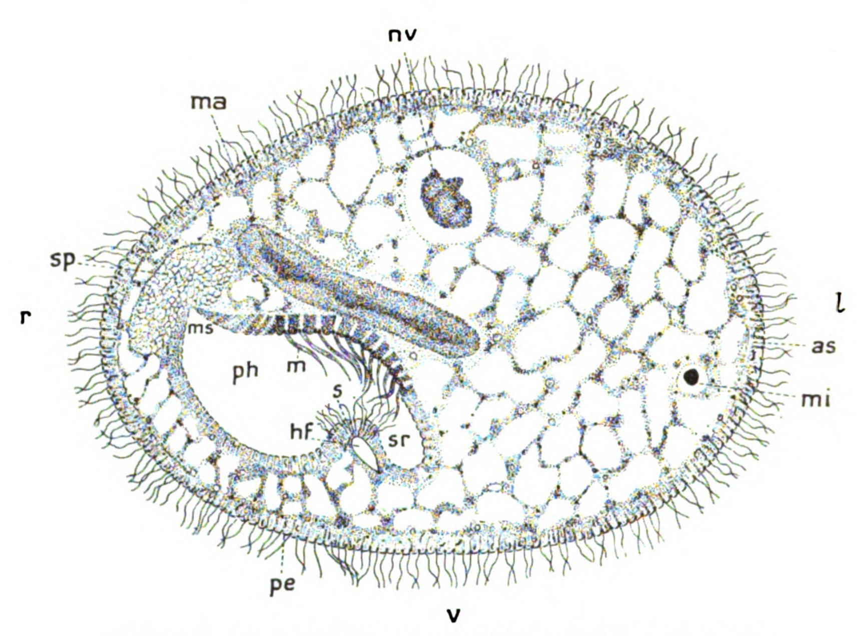
Der linke Rand der Peristomplatte (Taf. 17 Fig. 1 u. Textfig. C pp) bzw. der rechte Rand des ventralen Ausschnittes zieht sich als ventrales Septum in die Peristomhöhle (Taf. 17 Fig. 1, Textfig. C u. D s). Es ist, wie Schuberg im Gegensatz zu Brauer richtig erkannt hat, die direkte Verlängerung dieses Randes. Diese Verhältnisse wurden mir besonders durch das Rekonstruktionsmodell klar. Doch kann man auch an guten Totalpräparaten den richtigen Verlauf



Textfig. C. Querschnitt durch den mittleren Teil von *Bursaria* (unmittelbar vor dem Peristomwinkel). Vergr. $^3/_4$ · ca. 560.
al = Alveolarlamelle, as = Alveolarschicht, b = Basalkörperchen, bl = Basallamelle, bs = Basalsaum, gr = Granula, km = Kernmembran, m = Membranelle, ma = Macronucleus, ms = Mundspalte, pb = Peristomband, ph = Peristomhöhle, pe = Pellicula, pb = Peristomplatte, s = Septum, sp = Stomatoplasma. v = ventral, d = dorsal, l = links, r = rechts.

desselben erkennen. Brauer konnte auf Grund seiner Studien am normalen Tier leicht zu der Ansicht kommen, daß das Septum nicht die Verlängerung des hinteren Randes der Peristomplatte ist, sondern neben diesem hinabsteigt (1885 p. 8), denn die Peristomplatte zeigt in ihrem hinteren Teil die Tendenz zur Umwachsung des Septums (Textfig. C). Letzteres erscheint unmittelbar vor dem Peristomwinkel als dreikantig vorspringende Erhöhung (Textfig. C s),

die sich nach hinten mehr verflacht (Textfig. Ds) und die rechtsseitige Begrenzung des Septalraumes bildet (Textfig. D sr). Schuberg (1886) führt als Beweis dafür, daß das Septum die direkte Fortsetzung des rechten Randes des Peristomausschnittes ist, seine Bewimperung im Gegensatz zu den übrigen Peristomwänden an. Hinzuzufügen wäre, daß vor allen Dingen die Art der Cilienbesetzung



Textfig. D. Querschnitt durch den hinteren Teil von *Bursaria* (unterhalb des ventralen Ausschnittes). Vergr. $^3/_4$ · ca. 560.
hf = hinterer Fortsatz des Peristombandes, mi = Micronucleus, nv = Nahrungsvakuole, sr = Septalraum.

im Septum dieselbe ist, wie auf dem ganzen linken Rande der Peristomplatte. Am Septum sowie an dem freien Teil des Peristomplattenrandes entspringen stets zwei Cilien aus einer Alveolarkante (Textfig. C u. D s); eine Tatsache, die H. N. Maier zuerst entdeckt hat (1903 p. 101), und die ich bestätigen kann.

e) Mundspalte.

An der tiefsten Stelle der dorsalen Peristomwand zieht eine rinnenartige Vertiefung durch die ganze Peristomhöhle bis zur Ausmündungsstelle (Taf. 17 Fig. 1, Textfig. C u. D ms). Diese von Schuberg als „Mundspalte“ bezeichnete Rinne ist von früheren Autoren schon

genau beschrieben worden (Stein 1867 p. 302, Brauer 1885 p. 307; Bütschli 1876, Tafelerklärung XI, Fig. 17, Schuberg 1886 p. 345). Doch hat sie bei jedem Forscher eine andere Erklärung gefunden.

Stein glaubte eine Zeitlang, „daß der Längskanal ein Spalt im Peristom und Schlunde sei, durch welchen die größeren Nahrungsstoffe in das Innenparenchym befördert würden“ (1867 p. 305). Er bezeichnet aber diese Deutung später als „irrige Annahme“ und sieht in ihr das „Wassersekretionssystem“ (1867 p. 305, Tafel XII, Fig. 8, Tafel XIII, Fig. 1 u. 2g u. c). Bütschli (1876) sieht in dem Längskanal nichts weiter, als den optischen Durchschnitt der rechten und hinteren Seitenwand der Peristomhöhle. Brauer (1885) beschreibt eine rinnenartige Vertiefung „die Peristomrinne“ mit „isolierbaren Muskelfasern“, ohne jedoch eine physiologische Bedeutung derselben anzugeben. Schuberg endlich (1886 p. 345) hält die von Stein als „irrige Annahme“ bezeichnete Ansicht aufrecht und sieht in der rinnenartigen Vertiefung eine Mundspalte. Als Beweis führt er seine Querschnitte an. „Gerade an der Stelle, wo der Berechnung nach die Mundspalte liegen muß, findet sich auf den Querschnitten immer eine eigentümliche Einsenkung des durch seine besondere Struktur charakterisierten Ectoplasmas, und das gewöhnliche vakuoläre Entoplasma tritt hier zur Oberfläche, wie das ja bei einer Mundbildung bei Infusorien stets der Fall ist“ (p. 345). Durch diese Ansicht Schuberg's veranlaßt, haben spätere Autoren die ganze „Peristomrinne“ als Cytostom angesprochen (Lang 1913 p. 292, Blochmann 1895 p. 106). Diese Bezeichnung erscheint mir indessen nicht zutreffend. Schuberg gibt in seiner Arbeit (1886 p. 345) an, daß er nie Gelegenheit hatte, die Nahrungsaufnahme bei *Bursaria* zu beobachten. Er hätte dann wahrscheinlich seine Bezeichnung nicht aufrecht erhalten. Zur Klärung dieser Frage wurden von mir besondere Versuche angestellt. Bursarien, die ich vorher hungern ließ, wurden nur mit großen Nahrungstieren (*Stentor*, *Frontonia*) gefüttert. Dabei konnte ich in keinem Falle bemerken, daß diese unmittelbar durch die Mundspalte dem Entoplasma überführt wurden. Stets erfolgte eine Überführung der Nahrungstiere in das Entoplasma an der Mündung der Peristomhöhle. Gegen die Annahme, daß große Nahrungstiere direkt durch die Mundspalte in das Entoplasma gelangen, spricht auch die Tatsache, daß sich dieselbe an der tiefsten Stelle der dorsalen Peristomhöhlenwand befindet, und somit nur durch eine verhältnismäßig dünne Protoplasmaschicht von dem äußeren Alveolarsaum getrennt ist (Textfig. C ms). Schließlich ist es auch nicht das gewöhnliche

vakuoläre Entoplasma, welches hier an die Oberfläche tritt, wie Schuberg angibt, sondern die „Mundspalte“ wird in ihrer ganzen Länge von deutlich fester strukturiertem Entoplasma umgeben (Textfig. C u. D sp), das Maier (1903 p. 195) entsprechend der Bezeichnung „Mundspalte“ als „Stomatoplasma“ benennt.

Die Ansicht, daß an der Mündung der Peristomhöhle die Überführung der Nahrungstiere ins Plasma stattfindet, teilt auch Lund: „There is but one path of acceptance for both large and small particles“ (1914a p. 6). Er bezeichnet die betreffende Stelle als „the real mouth“ (1917/18 p. 133). In bezug auf die Darstellung der Mundspalte in seinen Figuren (1917/18) scheint ihm indessen ein Irrtum unterlaufen zu sein. In der ersten Figur auf Taf. I hat er wohl die Mundspalte eingezeichnet, bezeichnet sie aber merkwürdigerweise als „septum“, andererseits fehlt das eigentliche ventrale Septum. Auf Taf. II Fig. 18 stellt er in einem Querschnitt das Septum richtig dar, zeichnet aber weder die Mundspalte selbst, noch das dieselbe umgebende besonders differenzierte Stomatoplasma ein. Durch die bisherigen Untersuchungen konnte die physiologische Bedeutung der Mundspalte nicht einwandfrei klargestellt werden. Die verschiedene Färbbarkeit des Stomatoplasmas verschiedener Objekte bei derselben Fixierungs- und Färbemethode läßt vielleicht eine sezernierende Tätigkeit vermuten. Es färbt sich mit Eisenhämatoxylin nicht immer heller als das übrige Entoplasma, wie H. N. Maier (1903 p. 105) angibt; oft nimmt es mehr Farbe an, erscheint also wesentlich dunkler als dasselbe.

3. Der feinere Bau von *Bursaria*.

Es ist eine schon lange bekannte Tatsache, daß bei der Teilung der Infusorien nicht nur diejenigen Organellen eine Umwandlung bzw. Neubildung erfahren, die im Muttertiere in der Einzahl vorhanden sind, somit nur für den zweiten Teilsprößling neugebildet werden müßten, sondern es finden auch weitgehende Reorganisationen der Cilien und ihrer Modifikationen, bis zu einem gewissen Grade der Pellicula und Veränderungen im Plasma statt. Also auch diejenigen Teile, die vom Teilsprößling direkt vom mütterlichen Organismus übernommen werden, erfahren eine Umbildung. Wenn wir in Erwägung ziehen, daß nach der Teilung die Körpergröße des Individuums auf die Hälfte reduziert ist, so ist leicht einzusehen, daß die vorhin erwähnten, vom mütterlichen Organismus direkt überlieferten Organellen einer Umwandlung anheimfallen müssen, um den neuen Größen-

verhältnissen zu entsprechen. Wir wissen bereits aus früheren Arbeiten, daß einige dieser Organellen vollkommen resorbiert und dann durch entsprechende Neubildungen ersetzt werden. Das Verdienst, Klarheit in diese komplizierten Verhältnisse gebracht zu haben, kommt hauptsächlich WALLENGREN zu, der an mehreren hypotrichen Infusorien die Reorganisation des Wimperkleides untersuchte (1901). Um die Reorganisationsprozesse, die sich bei der Teilung abspielen, recht verstehen zu können, dürfte es angebracht sein, auch etwas genauer auf den inneren und feineren Bau von *Bursaria* einzugehen. Andererseits ist eine Beschreibung des feineren Baues notwendig, weil ich im Laufe meiner Untersuchungen manches beobachtet habe, was von den ausführlichen Beschreibungen früherer Autoren abweicht oder von ihnen gar nicht erwähnt worden ist.

In bezug auf die Kenntnisse vom feineren Bau der *Bursaria truncatella* sind besonders die Untersuchungen von SCHUBERG (1886) und H. N. MAIER (1903) beachtenswert.

a) Ectoplasma.

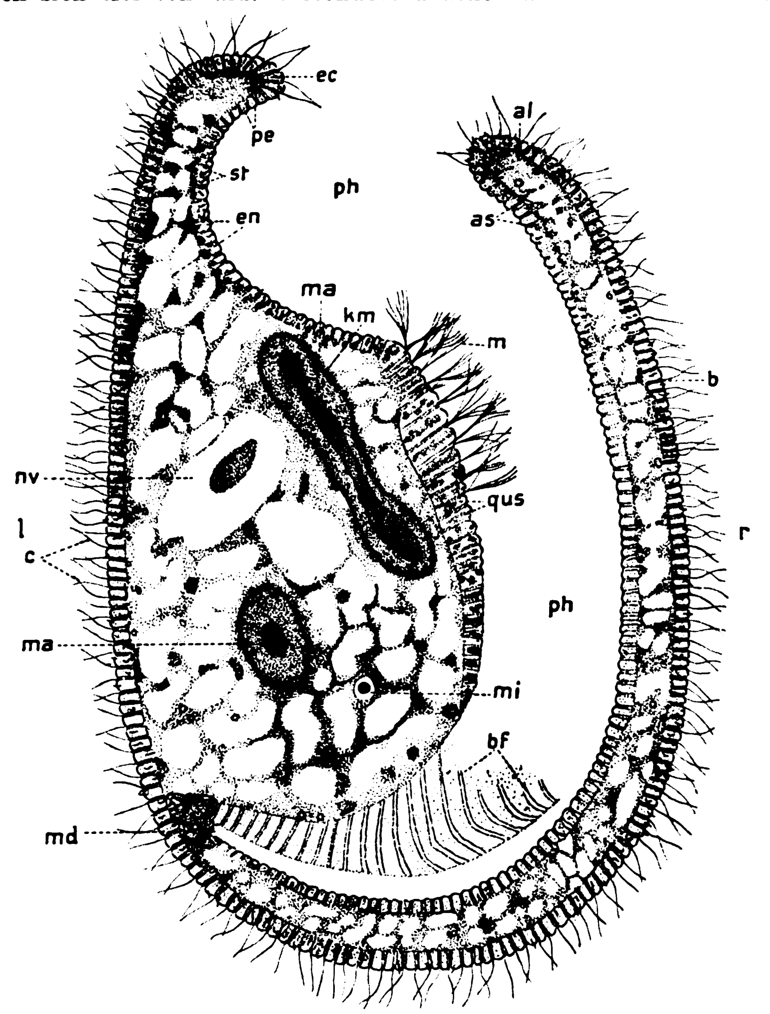
Der Körper ist von einer verhältnismäßig dicken Ectoplasmaschicht bedeckt, an der man deutlich Pellicula und Alveolarsaum unterscheiden kann (Textfig. C, D, E pe, as). Letzterer beteht, wie schon BÜTSCHLI feststellte, und spätere Beobachter (SCHUBERG 1886 p. 350, H. N. MAIER 1903 p. 102, KÖLSCH 1902 p. 310) bestätigten, aus einer einfachen Schicht nahezu hexagonaler Waben.

Bei vielen Infusorien liegt unter der Alveolarschicht eine durch dichteren Bau und größere Festigkeit als das Entoplasma ausgezeichnete protoplasmatische Schicht, das Cortikalplasma. Letzteres fehlt bei *Bursaria truncatella.* An die sehr feine innere Alveolarlamelle (Textfig. E al) schließt sich unmittelbar das Entoplasma an. Da aber bei den Infusorien mit Cortikalplasma die Trychocysten, Basalkörperchen der Cilien, Myoneme und Basallamellen in ihm liegen, andererseits die erwähnten Gebilde, soweit sie bei *Bursaria* vorhanden sind, sich in der Alveolarschicht befinden, so ist diese der Alveolarschicht plus Cortikalplasma anderer Ciliaten gleichzusetzen, eine Auffassung, die auch von anderen Autoren für andere Formen vertreten wird (H. N. MAIER 1903, TÖNNIGES 1914).

b) Cilien und Membranellen.

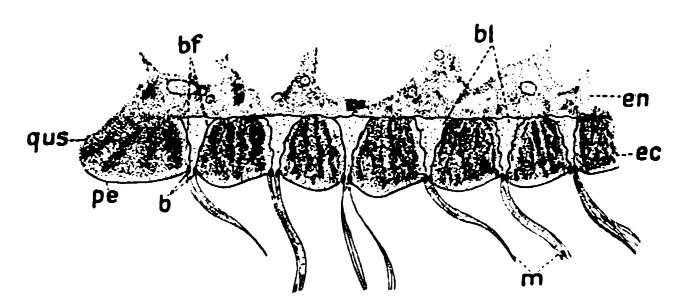
Die auf den äußeren verdickten Wänden der einzelnen Waben liegende Pellicula wird von den Cilien durchbrochen (Textfig. C—E). Die Frage nach den Beziehungen der Cilien und der Membranellen

zur Pellicula und Alveolarschicht wurde in eingehender Weise von H. N. Maier (1903) behandelt. Während er richtig erkannt hat, daß die Basalkörperchen der Cilien in den Wabenkanten liegen, ist ihm jedoch entgangen, daß diese nicht die Endpunkte des inneren Teiles der Cilien sind. Von ihnen gehen nach innen sehr feine Fibrillen ab. Sie sind mit Eisenhämatoxylin stärker tingierbar und färben sich tief schwarz. Besonders deutlich wahrnehmbar sind sie



Textfig. E. Frontalschnitt von *Bursaria truncatella* (von der dorsalen Seite aus geschnitten). Vergr. $^{2}/_{3}$ · ca. 560.
bf = Basalfibrillen, c = Cilie, ec = Ectoplasma, en = Entoplasma, md = Mündung des Peristoms, qus = Querstreifen des Peristoms, st = stäbchenförmige Gebilde.

auf Längsschnitten durch die Membranellenzone (Textfig. F bf). Sie liegen der Basallamelle auf (Textfig. F bl). Aus derselben Abbildung ist zu ersehen, daß jeder Basallamelle zwei Reihen von Basalkörperchen aufliegen, was auf eine Entstehung der Membranellen aus zwei Cilienreihen schließen läßt, eine Tatsache, die für *Bursaria* schon SCHUBERG (1886 p. 358) vermutete und H. N. MAIER (1903 p. 101) bestätigte. Im allgemeinen zeigen Schnitte durch die adorale



Textfig. F. Längsschnitt durch die Membranellenzone bei stärkerer Vergrößerung. Vergr. $^4/_5$ · ca. 1700.

Zone eine Zerfaserung der Membranellen. Sie ist auf die Einwirkung der Fixierungsflüssigkeit zurückzuführen. Dann ist aber stets zu bemerken, daß zwei Cilienbüschel von der Schnittstelle der Basallamelle ausgehen, die beim lebenden Tier miteinander verklebt sind (Textfig. E m). Ein zweiter Beweis für die Entstehungsweise der Membranellen bei *Bursaria* aus zwei Cilienreihen ergibt sich aus Flachschnitten durch die Wimperzone. Auf diesen sind stets zwei nebeneinander liegende Reihen der durchschnittenen Basalfibrillen zu sehen (Textfig. E bf).

Die bilamellöse Struktur der Membranellen ist übrigens auch für andere Infusorien nachgewiesen worden (*Nyctotherus*, *Stentor*, *Spirostomum*, *Stylonychia*).

c) Entoplasma und Plasmaeinlagerungen.

Das Entoplasma weist beim normalen Tier zahlreiche unregelmäßige, große Vakuolen auf, die teilweise untereinander kommunizieren. Der Aufbau des Entoplasmas erscheint daher schwammartig. Der feinere Bau desselben jedoch, der bei genügend starken Systemen gut sichtbar wird, weist eine sehr feinwabige Struktur auf.

Das gesamte Plasma ist von einer großen Zahl feiner Körnchen durchsetzt, die verschiedene Größe aufweisen und mit Eisenhämatoxylin stark tingierbar sind (Textfig. C). Besonders deutlich treten

sie bei Gallocyanin-Chrom-Alaunfärbung hervor. Damit färben sie sich intensiver als das Chromatin und erscheinen dann tiefschwarz. Auch Schuberg (1886 p. 353) beschreibt zwischen den Längsstreifen auftretende Körnchen, die er sowohl am lebenden Tier als auch auf Schnitten wahrnehmen konnte. Auf letzteren scheinen sie ihm als dunkle „Pünktchen“ stets in den Ecken der hexagonalen Alveolarwaben zu liegen. „Ob sie nun aber nur einfach die Querschnitte radiärer Fasern oder die verdickten Kanten von Waben sind“, weiß er nicht zu entscheiden. Nach Bütschli (1887/89 p. 1262) bleibt es fraglich, „ob diese Erscheinung von Einlagerung diskreter körnerartiger Gebilde in die Alveolarkanten oder von bloßer Verdickung derselben herrührt“. Ersteres ist ihm wahrscheinlicher. Kölsch (1902 p. 311) gibt nach Feststellung am lebenden Tier an, daß sie nichts von regelmäßiger Anordnung zeigen, sondern dicht aneinandergereiht durch die Kanten der Alveolarwaben verteilt sind. Seine Bemerkung, daß sie durchaus auf den Alveolarsaum beschränkt seien (p. 311), ist auf Grund seiner Beobachtungen am lebenden Tier verständlich, aber dennoch unzutreffend. Sie sind vielmehr, wie ich schon oben hervorhob, sowohl in der Alveolarschicht als auch im gesamten Entoplasma zu finden (Textfig. C). Wir haben es bei diesen Einschlüssen mit Granula zu tun, wie sie auch für zahlreiche andere Infusorien beschrieben sind (*Condylostoma*, *Vorticellinen*, *Stentor* nach Bütchli 1887/89 p. 1262, *Frontonia* nach Tönniges 1914 p. 314/15).

Neben den eben erwähnten granulaartigen Einlagerungen des Plasmas finden sich noch stäbchen- oder schleifenförmige Gebilde (Textfig. E st), über deren Bedeutung bisher noch sehr wenig Klarheit herrscht. Zum ersten Male erwähnt sie Prowazek (1898 p. 192). Bei seinen Vitalfärbungen mit Neutralrot spricht er von runden und länglichen, scharf konturierten Körnchen, die hart an der Oberfläche des Körpers lagern. H. N Maier (1903 p. 103) bestätigt diese Angaben und ergänzt sie dahin, „daß sich solche Körnchen über der ganzen Oberfläche und zwar auch in der Peristomeinsenkung gleichmäßig zerstreut vorfinden“. Im Gegensatz zu Kölsch (1902 p. 323), der von „roten Tröpfchen“ spricht, hat Maier richtig erkannt, daß es sich beim lebenden Tier um längliche stäbchenförmige Körperchen handelt, die er „trichocystenartige Gebilde“ nennt. Da sie im allgemeinen senkrecht zur Oberfläche in den Alveolarkanten eingebettet sind, erscheinen sie von oben gesehen als Tröpfchen oder Körnchen. Kölsch gibt an, daß bei anderen Tieren eine regelmäßige Anordnung fehlt. Ich kann diese Angabe dahin erweitern, daß das

Auftreten der fraglichen Gebilde individuell sehr verschieden ist. Während sie bei einigen Tieren in überaus großen Mengen auftreten, sind bei anderen nur verhältnismäßig wenige zu finden, um bei wieder anderen fast ganz zurückzutreten. Besonders häufig treten sie bei Individuen auf, die sich auf die Teilung vorbereiten, bzw. bei Teilungsstadien. Etwas Ähnliches scheint Prowazek (1899 p. 7) bei der Conjugation von *Bursaria* beobachtet zu haben. Er bemerkt, daß bei späten Conjugationsstadien zahlreiche Körnchen im Entoplasma auftreten. H. N. Maier glaubte zuerst, daß es sich um Trichocysten handeln könnte, und zwar deshalb, weil beim Zerfließen der Tiere Zerfallserscheinungen an den Gebilden auftreten, die an die Funktion der Trichocysten erinnern. Er gibt an, „daß sich die Stäbchen etwas verlängern und teilweise auch einrollen. Zuletzt erwecken sie den Eindruck aufgewundener Fäden, die mitunter zu einem gerade gestreckten Faden plötzlich ausschnellen“ (1903 p. 103). Er spricht sich aber dann in eingehender Weise gegen die Trichocystennatur der in Frage kommenden Stäbchen aus (p. 103 u. 104). Seine wesentlichsten Gründe sind folgende: „Die echten Trichocysten (*Prorodon*, *Paramaecium*) färben sich mit Neutralrot intra vitam nicht, sondern erst nach dem Absterben des Tieres schwach rosa. Dagegen nehmen die Körnchen bei *Bursaria* mit demselben Farbstoff eine intensiv dunkelrote Farbe an“. Es ist ihm ferner durch keinerlei Reagentien, welche bei Trichocysten ein Ausschnellen hervorrufen, gelungen, bei den fraglichen Gebilden eine ähnliche Wirkung zu erzielen. Kölsch (1902 p. 323) sieht die verschiedenen Umbildungsstadien der Stäbchen einfach als Verquellungsvorgänge an. Über die chemische Natur derselben konnte er nichts ermitteln. Er spricht die Vermutung aus, daß es sich um myelinartige Bildungen handeln könnte. Beide Autoren haben solche Formen sowohl eingehend beschrieben, als auch abgebildet (H. N. Maier 1903 p. 103, Taf. IV Fig. 9, Kölsch 1902 p. 323, Taf. XXVII Fig. 15—17). Auch meiner Überzeugung nach handelt es sich nicht um Trychocysten; denn ein Vergleich der Stäbchen mit echten Trichocysten, wie sie von Khainsky (1911) für *Paramaecium* und von Tönniges (1914) für *Frontonia* beschrieben werden, ergibt, daß sowohl ihre unregelmäßige Lage und Form, als auch das Fehlen einer deutlichen morphologischen Differenzierung gegen ihre Trychocystennatur spricht. Wie schon vorhin erwähnt, treten die Gebilde besonders häufig während der Teilung auf. Ich komme daher im Verlauf der weiteren Ausführungen auf dieselben zurück.

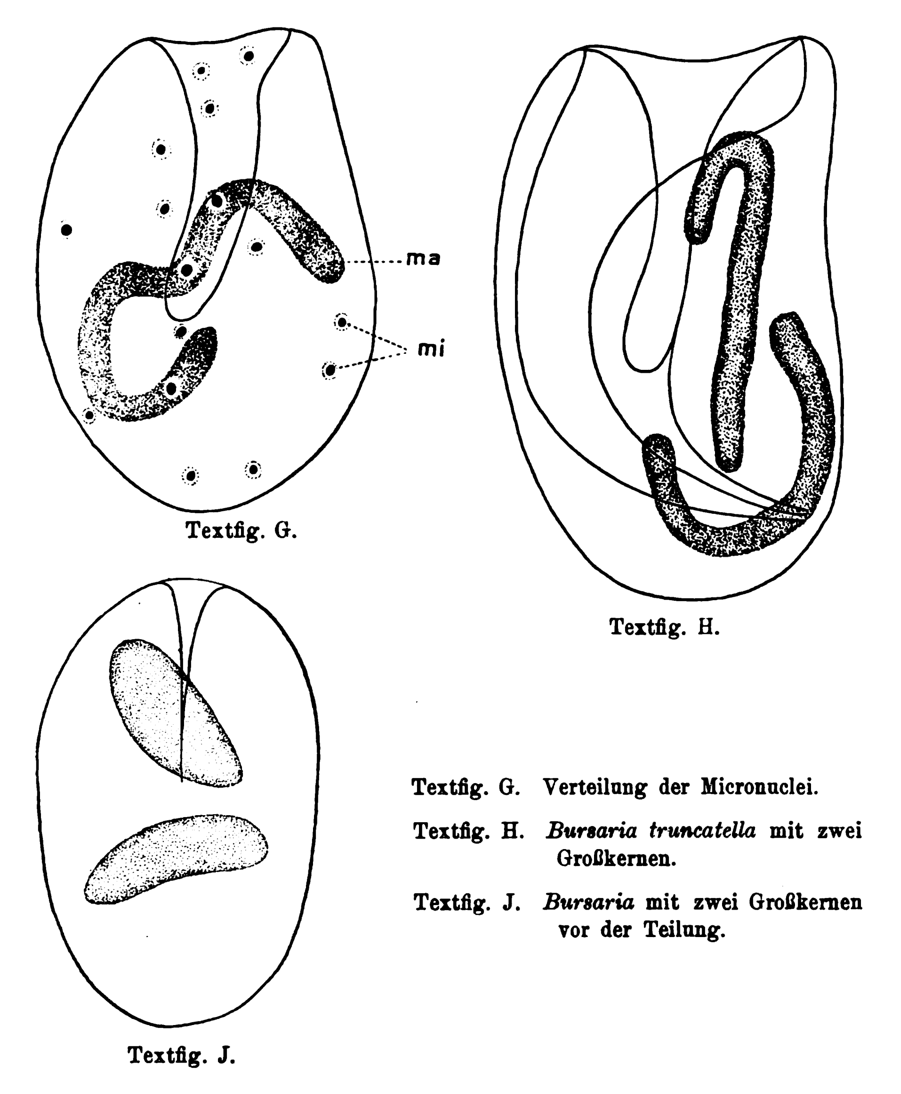
d) Der Kernapparat.

Wie viele andere Ciliaten ist *Bursaria truncatella* heterokaryot, besitzt einen Macronucleus und eine verhältnismäßig große Zahl von Micronuclei. Ausnahmsweise findet man auch Individuen mit zwei Großkernen (Textfig. H u. J).

Der „bandförmige" Großkern (Taf. 17 Fig. 1 ma) hat entsprechend der Größe der *Bursaria* einen beträchtlichen Umfang. Seine Lage ist nicht konstant. Veränderungen derselben sind wohl in der Hauptsache auf die Zirkulation des Entoplasmas zurückzuführen. An zerfließenden Tieren kann der Macronucleus leicht isoliert werden. Er behält noch längere Zeit, nachdem das Plasma schon zerflossen ist, seine Form. Wie man an geeigneten Objekten schon im Leben erkennen kann, wird er von einer Membran umgeben, die auf Längs- und Querschnitten deutlicher hervortritt (Textfig. E km). Im Innern des Kernes kann man stark lichtbrechende Kügelchen verschiedener Größe von einer zähflüssigen Masse, in der sie eingebettet sind, unterscheiden. Das Chromatin des Kernes ist beim normalen Tier mitunter unregelmäßig verteilt. Während bei einigen Tieren die Dichte desselben überall gleich ist, findet man bei anderen in der Mitte eine dichtere Lage als am Rande (Textfig. E ma). Wie weit es sich hierbei schon um beginnende Kondensation des Chromatins als Vorbereitung zur Conjugation handelt, ist schwer zu sagen.

Die Micronuclei sind bei *Bursaria* stets in größerer Anzahl vorhanden, eine Erscheinung, die keinesfalls vereinzelt dasteht. So besitzt *Frontonia* (Tönniges 1914 p. 321) zumeist 4—8 Kleinkerne. Auch für *Bursella* (Schmidt 1921 p. 13) wird eine größere Zahl angegeben. Die Micronuclei sind an Totalpräparaten nicht leicht festzustellen, da ihre Zahl und Lage nicht konstant ist, und sie verhältnismäßig klein sind. Lund (1917/18 p. 6) gibt für *Bursaria* 9—15 Kleinkerne an. Prowazek (1899) zählte bis 18. Die Zahl kann jedoch noch größer sein, so konnte ich 20 und darüber feststellen. Doch glaube ich, daß solch hohe Zahlen von Micronuclei bei solchen Individuen vorkommen, die vor der Teilung stehen, und deren Kleinkerne sich bereits geteilt haben, während sonst noch keine sichtbaren Zeichen als Vorbereitung zur Teilung vorhanden sind. Ein Beispiel für die Verteilung der Micronuclei von *Bursaria* gibt Textfig. G. Die verschiedene Zahl von Kleinkernen bei derselben Form läßt sich nach Tönniges (1914 p. 321) dadurch erklären, daß die Verteilung, resp. die rechtzeitige Teilung derselben vor der Durchschnürung des Tieres nicht gleichmäßig stattzufinden scheint.

Für das Vorkommen und die Entstehung solcher vielkerniger Ciliaten gibt neuerdings Dogiel (1925) eine Erklärung. Er hält „die dauernd vielkernigen Infusorien wie *Bursaria*, *Stentor*, *Dileptus*,



Textfig. G.

Textfig. H.

Textfig. J.

Textfig. G. Verteilung der Micronuclei.

Textfig. H. *Bursaria truncatella* mit zwei Großkernen.

Textfig. J. *Bursaria* mit zwei Großkernen vor der Teilung.

Loxodes für solche Organismen, bei welchen eine Unterdrückung mehrerer metagamer Teilungen erfolgt ist, wobei die Individuen, welche als Resultat dieser Teilung entstehen sollten, zu einem einheitlichen, aber plurivalenten Organismus vereinigt bleiben“.

4. Die Vorbereitung zur Teilung.

a) Rückbildung des alten Peristoms.

Bei der Teilung der Infusorien gehen den Neubildungsprozessen eigenartige Resorptions- und Umschmelzungsvorgänge voraus, durch welche die Organellen des Muttertieres eingeschmolzen und substantiell erneuert werden. Diese Umbildungen sind erforderlich, weil, wie schon früher erwähnt, die kleineren Tochtertiere Organellen brauchen, die zu ihrer Größe in einem richtigen Verhältnis stehen müssen. Je nach dem Grade der Differenzierung können sich die Resorptions- und Umbildungsvorgänge auf eine große Anzahl kompliziert gebauter Organellen erstrecken.

Bei *Bursaria truncatella* bestehen die ersten sichtbaren Zeichen, die auf eine bevorstehende Teilung hindeuten, in einer Rückbildung des alten Peristoms. Tiere, die sich teilen wollen, liegen verhältnismäßig ruhig mit der ventralen Seite auf dem Grunde der Schale. Bevor der Einschmelzungsprozeß beginnt, werden in der Regel noch die verbrauchten Nahrungskörper ausgestoßen. Dieser Einschmelzungsprozeß vollzieht sich von der tiefsten Stelle der dorsalen Peristomwand aus derart, daß zwischen Mundspalte und adoraler Zone das Plasma nach der ventralen und rechten Wand vordringt. Fig. 8 (Taf. 19) ist ein Querschnitt durch den vorderen Teil eines Stadiums, wie es in der Totalfig. 2 dargestellt ist. Er veranschaulicht die Ausfüllung der Peristomhöhle mit Plasma, läßt aber die ursprüngliche Größe derselben noch erkennen. Auffällig ist die Beobachtung, daß bei solchen Tieren von Zeit zu Zeit am ganzen protoplasmatischen Körper Kontraktionen stattfinden, die wahrscheinlich ein Vordringen des Plasmas in die Peristomhöhle bewirken und beschleunigen.

Da die Einschmelzung der Peristomhöhle ziemlich gleichmäßig vor sich geht, das Peristom in seinem hinteren Teil aber wesentlich enger ist als im vorderen, vollzieht sich die Rückbildung der einzelnen Teile des Peristoms von hinten nach vorn. Sie werden dabei in der Reihenfolge resorbiert, wie sie bei dem Einschmelzungsprozeß in Mitleidenschaft gezogen werden. Zunächst verschwindet die „Mundspalte“ (Textfig. C ms) unter gleichzeitiger Auflösung des Stomatoplasmas, das die Struktur des übrigen Plasmas annimmt. Dann beginnt die Einschmelzung der Peristomhöhle in der vorhin angegebenen Weise. Gleichzeitig erfolgt eine Reduktion der adoralen Zone, sowohl in der Breiten- als auch in der Längenausdehnung (vgl. Taf. 17 Fig. 1 u. 2). Die alten Membranellen werden in den in

Rückbildung begriffenen Teilen der peristomalen Zone vollkommen resorbiert, die homogenen Basallamellen (Textfig. C u. F bl) aufgelöst. Nach der Einschmelzung der Peristomhöhle erfolgt die Rückbildung des Septums (Textfig. C u. D s), dessen Cilien ebenfalls eine Resorption erfahren. Der als Stütze des Septums dienende hintere Fortsatz des Peristombandes (Textfig. D hf) wird aufgelöst. Erst nach Rückbildung des Septums erfolgt die Einschmelzung des Septalraumes (Textfig. D sr). Zuletzt tritt eine Auflösung auch der übrigen Teile des homogenen Peristombandes ein.

Da die Mündung des Peristoms an der tiefsten Stelle desselben im Körperinnern gelegen ist (Taf. 17 Fig. 1 u. Textfig. E md), wird sie gleich zu Beginn der Resorptionsprozesse in Mitleidenschaft gezogen. Eine Aufnahme von Nahrung oder Wasser ist daher während der Rückbildung nicht möglich.

Aus früheren Arbeiten sind uns ähnliche Verhältnisse bei anderen Infusorien bekannt. Nach Stein (1854 p. 27) wird das Vestibulum der Vorticellinen rückgebildet; ebenso hat er bei *Climacostomum virens* einen Verschluß des Peristoms festgestellt (1867 p. 213). Nach Wallengren (1901 p. 44) beschreibt Fabre-Domergue (1890) eine ähnliche Rückbildung bei *Philaster digitiformis*, und Wallengren selbst hat bei der Teilung der Urceolarinen gezeigt, „daß Oesophagus, Pharynx und das ganze Vestibulum verschwinden" (1901 p. 44). Eine Rückbildung der Mundöffnung gibt derselbe Autor auch für *Stylonychia*, *Gastrostyla* und *Euplotes* an, bei denen das alte Peristom nicht direkt auf den vorderen Sprößling übergeht.

Nun vollziehen sich aber die Resorptionsprozesse bei *Bursaria* nicht so gleichmäßig, wie es nach den Ausführungen scheinen könnte. Die Gleichmäßigkeit der Rückbildung innerhalb der einzelnen Teile des Peristoms ist durch den Bau desselben bedingt. Während es sich im vorderen Teil des Peristoms nur darum handelt, einen weiten Hohlraum, die Peristomhöhle mit Plasma auszufüllen, stellt sich diesem Einschmelzungsprozeß im hinteren Teil und zwar schon vor dem Peristomwinkel das vorspringende Septum (Textfig. C s) entgegen. Erst nach Rückbildung des Septums kann, wie schon oben erwähnt, der Septalraum (Textfig. D sr) und dessen äußere Kommunikation (Textfig. C) mit Plasma ausgefüllt werden. Diese Verhältnisse machen es erklärlich, daß in der Mitte des Tieres noch eine Einsenkung, eben diese äußere Kommunikation des Septalraumes, vorhanden ist, nachdem schon im vorderen Teil die Peristomhöhle eingeschmolzen ist (Taf. 17 Fig. 3). Besonders gut läßt sich diese Komplikation an einem vor dem Peristomwinkel geführten Quer-

schnitt durch ein normales Tier veranschaulichen (Textfig. C). Die endgültige Rückbildung auch dieses letzten Restes des mütterlichen Peristoms in seinem hinteren Teil erfolgt, wenn schon die Längsstreckung des Tieres eingetreten ist (Taf. 18 Fig. 4).

b) Anlage des Peristoms für den vorderen Sprößling.

Bei dem eben beschriebenen Resorptionsprozesse des alten Peristoms erfahren sämtliche Teile desselben eine vollkommene Rückbildung mit Ausnahme der Peristomhöhle. Ein geringer Rest derselben (Taf. 17 Fig. 2 aph) bleibt in Form einer oberflächlichen Rinne als Anlage für die neue peristomale Höhle im vorderen Teilsprößling erhalten (vgl. Taf. 17 u. 18 Fig. 2—5 aph). Sie ist in ihrem vorderen Teil etwas tiefer und flacht sich nach hinten ab. In dieser Auffassung stimme ich mit LUND überein: „Dedifferentiation during normal division is never complete, a trace of the gullet and peristome always remaining. This I have called the anlage of the gullet" (1917/18 p. 3). Dagegen kann ich mich seiner Ansicht über die Rück- und Neubildung der Membranellenzone nicht anschließen. Zwar gehen auch meine Feststellungen bezüglich der Resorption der alten peristomalen Zone dahin, daß sie vollkommen rückgebildet wird. Doch ist aus LUND's Abbildungen (Taf. I Fig. 3—5) zu ersehen, daß die neue Membranellenzone für den vorderen Sprößling erst eine gewisse Zeit nach dem Verschwinden der alten auftritt. Obwohl ich mein Augenmerk auf diese Tatsache besonders gerichtet habe, kann ich seine Feststellungen nicht bestätigen. Ich konnte in keinem Falle eine Lücke zwischen dem Verschwinden der alten und dem Auftreten der neuen adoralen Zone feststellen. Vielmehr liegt der Fall so, daß, wie aus Taf. 17 Fig. 3 und Taf. 20 Fig. 10 hervorgeht, die neue Membranellenzone (nmz^1) neben der alten (amz) in Rückbildung begriffenen angelegt wird. Es handelt sich in den dargestellten Stadien um einen geringen Rest, der mit dem noch vorhandenen letzten Rest der Peristomhöhle in Verbindung steht. Die alte Zone verschwindet also in dem Maße, wie das Wachstum der neuen vor sich geht. Die neue Membranellenzone (nmz^1) reicht etwa bis in die Mitte des Muttertieres (Taf. 17 Fig. 3 und Taf. 18 Fig. 4), entspricht somit ungefähr der Länge des alten ventralen Ausschnittes.

Bei der Bildung des Peristoms im vorderen Tochtertier bestehen also insofern Beziehungen zum alten, als ein Rest der mütterlichen Peristomhöhle als Anlage für die neue peristomale Höhle erhalten bleibt. Was die Neubildung der adoralen Zone anbetrifft, so scheinen ebenfalls gewisse Beziehungen zur alten zu bestehen; da erstere

unmittelbar neben der alten auftritt, scheinen hier ähnliche Verhältnisse vorzuliegen, wie sie HERTWIG (1889 p. 166) für die Neubildung des Wimperstreifens am Peristom von *Paramaecium* nach der Conjugation beschreibt.

Wenn wir in Betracht ziehen, daß es sich nur um einen sehr geringen Rest lediglich der alten Peristomhöhle handelt, der als Anlage für die neue im vorderen Sprößling in Frage kommt, daß ferner alle übrigen Teile vom Peristom des Muttertieres vollkommen resorbiert und wieder neu gebildet werden, so erfährt das alte, jetzt für den ersten Teilsprößling in Frage kommende Peristom eine vollkommene Reorganisation und substantielle Erneuerung, d. h. im vorderen Tochterindividuum wird im Zusammenhang mit dem alten ein neues Peristom gebildet.

c) Anlage des Peristoms für den hinteren Sprößling.

Bevor die alte Membranellenzone die endgültige Rückbildung erfahren hat, und bevor eine Einschnürung zu bemerken ist, wird auch schon für den hinteren Teilsprößling die neue adorale Zone angelegt (Taf. 17 Fig. 3 nmz^2). Unterhalb des ventralen Ausschnittes erscheint an der Oberfläche des Körpers eine schmale Zone, in der die alten Cilien resorbiert werden und die sonst so charakteristische Alveolarschicht aufgelöst erscheint. Es erweckt ganz den Eindruck, als ob dadurch innerhalb dieser Zone das Entoplasma an die Oberfläche tritt. In ihr treten die zarten, jungen Membranellen auf und zwar in der für *Bursaria* eigentümlichen Anordnung (Taf. 17 Fig. 3). Wir haben es also hier mit der ersten Anlage der neuen adoralen Zone für das Peristom des hinteren Teilsprößlings zu tun.

Ob die jungen Membranellen ursprünglich als einzelne Cilien angelegt werden und erst sekundär verschmelzen, oder ob sie gleich als Plättchen entstehen, ist schwer zu entscheiden. Ersteres erscheint mir wahrscheinlicher. Am lebenden Objekt sind diese Verhältnisse kaum festzustellen. Das konservierte Material hat den Nachteil, daß durch Einfluß der Fixierungsflüssigkeit die Membranellen in die einzelnen Cilien aufgelöst werden. Nun kann man zwar an normalen Tieren und an späten Teilungsstadien wenigstens hin und wieder ganze oder annähernd ganze Membranellen finden. Bei sehr frühen Teilungsstadien dagegen fand ich innerhalb der Anlage der adoralen Zone die Membranellen stets als einzelne dicht aneinander stehende Cilien. Dafür spricht auch die isolierte Lage der Basalkörperchen der jungen Membranellen, die später mehr oder weniger zu einem Basalsaum verschmelzen.

So hätten wir also bezüglich der Bildungsweise der peristomalen Membranellen bei *Bursaria* ähnliche Verhältnisse, wie sie Wallengren sowohl für die Entstehung der Cirren als auch für die Bildung der Membranellen bei hypotrichen Infusorien annimmt (1901 p. 34).

Während des ganzen Teilungsaktes befinden sich die neuen Membranellen dauernd in einer gleichmäßigen, wogenartigen Bewegung, wie sie ähnlich bei *Stentor* von den jungen Wimpern innerhalb der Anlage des Peristoms für den hinteren Sprößling ausgeführt werden.

Die neue Peristomanlage liegt ganz oberflächlich. Fig. 9 (Taf. 19) ist ein unterhalb des ventralen Ausschnittes geführter Querschnitt durch ein frühes Stadium. Aus ihm erhellt ebenfalls, daß das neue Peristom (nmz²) auch für den hinteren Sprößling schon angelegt wird, während das alte (ap) noch in Rückbildung begriffen ist. Da diese Anlage oberflächlich, zum Teil über dem in Rückbildung begriffenen alten Peristom liegt, kann man bei Lebendbeobachtungen leicht zu der irrigen Annahme kommen, daß sie mit diesem in einem direkten Zusammenhang steht. Querschnitte indessen, wie Fig. 9 (Taf. 19) einen darstellt, beweisen, daß keinerlei sichtbare Beziehungen zwischen der Anlage des Peristoms für den zweiten Sprößling und dem in Rückbildung begriffenen alten bestehen.

Was nun die Entstehung der Peristomhöhle in diesem Sprößling anlangt, so kann ich mich der Auffassung Lund's nicht anschließen. Wie derselbe Querschnitt, der durch den vorderen Teil der Anlage geführt ist, zeigt, ist noch keinerlei Einsenkung derselben zu erkennen. Diese erfolgt erst später während des Durchschnürungsaktes. Lund dagegen ist geneigt, auch für den hinteren Sprößling einen Rest der alten Peristomhöhle als Anlage für die neue anzunehmen. Das geht weniger aus seinem Text, als vielmehr aus seinen Abbildungen hervor. Auf Taf. I bezeichnet er in Fig. 3 g and g² als "remains of the gullet after differentiation". Für Fig. 4 gibt er folgende Erklärung: "g and g² are the same as a and a², the anlagen of the new gullet". Wahrscheinlich wurde er zu dieser Annahme dadurch veranlaßt, daß, wie schon vorher (S. 389) erwähnt, noch ein Rest des Septalraumes und seiner äußeren Kommunikation vorhanden ist, während der davor liegende Teil der Peristomhöhle schon eingeschmolzen ist. Wenn Lund's Ansicht richtig ist, dann müßte der in Frage kommende Rest der alten Peristomhöhle (Taf. 17 Fig. 3) auch auf den folgenden Stadien bestehen bleiben. Jedenfalls dürfte er dann nicht vollkommen verschwinden. Das Totalbild (Taf. 18 Fig. 4) zeigt indessen schon,

daß sowohl der letzte Rest der alten adoralen Zone als auch der der peristomalen Höhle vollkommen rückgebildet sind. Ferner habe ich in Höhe des in Frage kommenden Restes der Peristomhöhle Querschnitte durch verschieden alte Stadien ausgeführt (Taf. 20 Fig. 11—13). Fig. 11 (Taf. 20) zeigt das an dieser Stelle in Rückbildung begriffene Septum und die adorale Zone (ap). Die alte peristomale Einsenkung ist noch erheblich. In Fig. 12 (Taf. 20) ist diese jedoch wesentlich reduziert, desgleichen Septum (s) und adorale Zone (amz), um auf den späteren Stadien (Taf. 20 Fig. 13) ganz zu verschwinden.

Gegen Lund's Ansicht spricht außerdem die Tatsache, daß die neuen Membranellen nicht innerhalb dieser noch vorhandenen Einsenkung oder unmittelbar hinter ihr auftreten, was eigentlich der Fall sein müßte, wenn ein Zusammenhang zwischen der neuen adoralen Zone und diesem Rest des alten Peristoms bestehen soll. Fig. 14 (Taf. 20) ist ein zwischen den beiden neuen adoralen Zonen geführter Querschnitt durch dasselbe Stadium wie Fig. 12 (Taf. 20). Aus ihm erhellt, daß hinter der in diesem Stadium noch nicht gänzlich eingeschmolzenen alten peristomalen Einsenkung (Taf. 20 Fig. 12 ap) zunächst eine schmale mit Cilien besetzte Zone (Taf. 20 Fig. 14) folgt. Erst hinter dieser treten die neuen Membranellen auf.

Nach allem haben wir also das Peristom für den hinteren Teilsprößling als eine Neubildung aufzufassen. Diese Feststellung deckt sich mit den meisten in der Einleitung erwähnten Ergebnissen früherer Autoren an anderen Infusorien.

Ähnliche Verhältnisse in bezug auf frühes Anlegen des neuen Peristoms für den zweiten Sprößling sind ebenfalls von anderen Formen bekannt. So wird es sowohl bei *Paramaecium* nach R. Hertwig (1889) als auch bei *Euplotes* nach Wallengren (1901) schon vor beginnender Einschnürung angelegt.

d) Veränderungen am Plasma und am Macronucleus unter gleichzeitiger Neubildung und Resorption des Cilienkleides.

Während der beschriebenen Rückbildungsprozesse findet durch die Einschmelzung der Peristomhöhle eine Verschiebung des Körperinhaltes und infolgedessen eine Formveränderung statt. Die Tiere nehmen vor beginnender Einschnürung ovale Form an. Außerdem werden sie durch Ausfüllung des im Körper liegenden Hohlraumes mit Protoplasma undurchsichtig, was noch dadurch erhöht wird, daß die zahlreichen großen Vakuolen, die sich im Entoplasma normaler

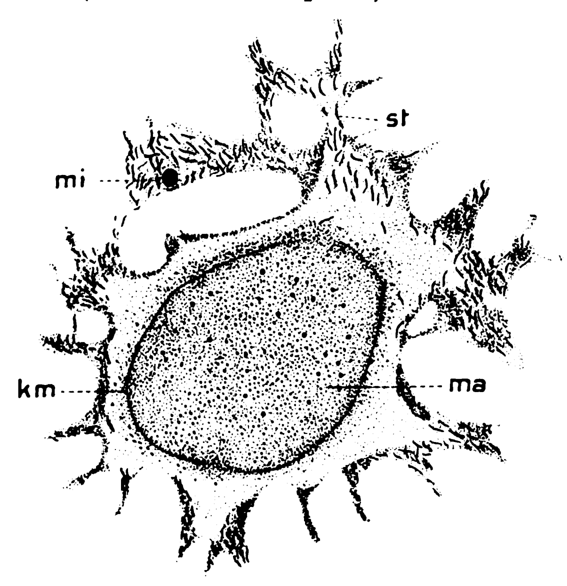
Tiere vorfinden, reduziert werden und teilweise sogar verschwinden (vgl. Textfig. E mit Fig. 9 (Taf. 19) und Fig. 16 (Taf. 21)). Die Objekte erscheinen trübe, milchigweiß. Die Beobachtungsmöglichkeiten am lebenden Tier werden dadurch wesentlich erschwert.

Auch das Ectoplasma erfährt eine gewisse Reorganisation. Die beim normalen Tier deutlich ausgeprägte Alveolarschicht (Textfig. E as) erfährt eine Auflösung der Wabenkanten und erhält dadurch ein mehr homogenes Aussehen (Taf. 19 Fig. 9 as). Andererseits wird die sonst so feste und formbeständige Ectoplasmaschicht dadurch elastisch. Tiere, die sich in irgendeinem Stadium der Teilung befinden, erfahren beim Anschwimmen an einen Gegenstand, beispielsweise einen Algenfaden, eine Eindellung, die aber unmittelbar nachher wieder ausgeglichen wird. Durch diese Elastizität des Ectoplasmas ist überhaupt erst die Möglichkeit einer Durchschnürung gegeben. Erst nach erfolgter Durchschnürung differenziert sich die Alveolarschicht von neuem.

Während der Resorptionsprozesse wird auch der Macronucleus einer Veränderung unterzogen. Diese macht sich schon bemerkbar, bevor die Rückbildungserscheinungen einsetzen. Der im normalen Zustand bandförmige Kern kontrahiert sich und nimmt Stabform an (vgl. Taf. 17 Fig. 1, 2 u. 3 ma). Doch besteht hinsichtlich seiner Form im kontrahierten Zustand keine Einheitlichkeit. Von unregelmäßiger Stabform bis zum Oval treten alle Zwischenformen auf, ja er kann nahezu Kugelgestalt annehmen.

Indessen beziehen sich diese Veränderungen nicht nur auf die äußere Gestalt, sondern auch auf seine innere Struktur. Das Chromatin erscheint beim normalen Tier gleichmäßig feinkörnig. Während der Kontraktion ballt es sich zusammen, und der ganze Kern wird nun von Chromatinkörnchen durchsetzt, die sowohl verschiedene Formen als auch verschiedene Größe aufweisen können (Taf. 19 Fig. 9 u. Textfig. K ma). Die am normalen Tier gut wahrnehmbare Kernmembran wird undeutlicher und erscheint teilweise aufgelöst (Taf. 19 Fig. 9 u. Textfig. K km). Um den Kern befindet sich eine helle, besonders differenzierte Plasmazone, die einzelne nicht so stark gefärbte Chromatinkörner enthält (Taf. 19 Fig. 9 und Textfig. K). Diese Zone scheint der Ausdruck einer intensiven Wechselwirkung zwischen Plasma und Kern zu sein. So kann man an gewissen Stellen, wo die Kernmembran ihre scharfe Begrenzung verliert, einen Übertritt des chromatischen Kerninhaltes in diese helle Zone beobachten (Textfig. K), wie ich auch an den übrigen Stellen der Außenzone allerdings schwächer gefärbtes Chromatin feststellen konnte. Sie

ist ferner in deutliche Fortsätze ausgezogen, die kontinuierlich in das Cytoplasma übergehen (Textfig. K). Ähnliche Erscheinungen (Austritt von Chromatin) sind auch bei anderen Protozoen beobachtet und ein Verschwimmen des Grenzkonturs des Kernes gegen das Zellplasma bei Metazoenkernen unter anderen schon von Korschelt (1889 p. 91) beschrieben worden. Was schließlich die vorhin erwähnte besonders differenzierte Zone betrifft, so konnte sie ebenfalls in den Zellen verschiedener Gewebe in der Umgebung des Kernes bemerkt werden (Korschelt 1889 p. 107). Die Tatsache, daß diese



Textfig. K. Querschnitt durch den Macronucleus mit dem umgebenden Plasma, in diesem zahlreiche stäbchenförmige Gebilde. Stadium wie Fig. 2. Vergr. $^4/_5$ · ca. 680.

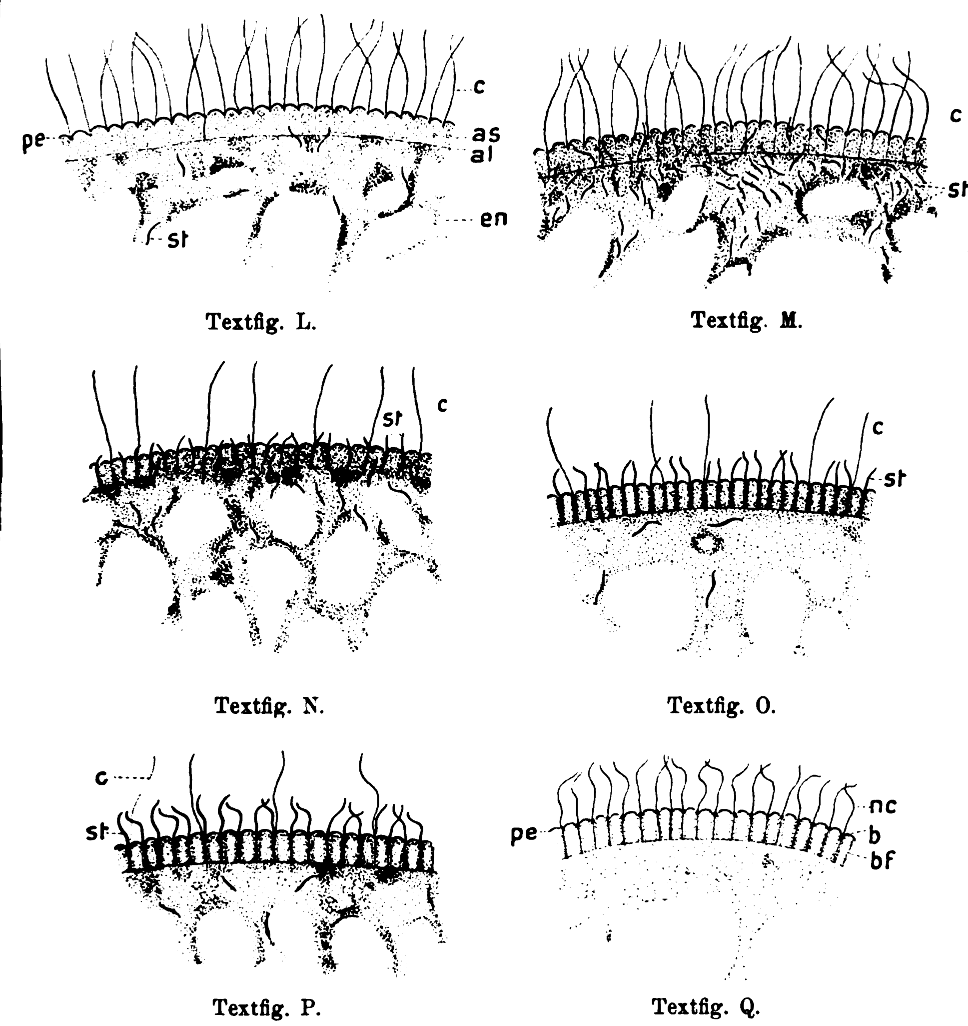
Zone bei *Bursaria* gerade in Teilungsstadien erkennbar ist, also in einer Zeit, während welcher der Kern in besonders enger Beziehung zum Plasma steht, ferner, daß in dieser Phase eine deutliche Auflösung der Kernmembran wahrzunehmen ist, spricht sehr für Korschelt's Ansicht (p. 108), daß sie als Vermittlungszone zwischen Kern und Cytoplasma anzusehen ist.

In diesem Stadium treten im Plasma eine große Zahl stäbchenförmiger Gebilde auf, die zunächst unregelmäßig in demselben verstreut erscheinen (Taf. 19 Fig. 9). Wir haben es hier mit denselben fraglichen Gebilden zu tun, wie sie schon auf S. 384 beschrieben wurden. Sie färben sich mit Eisenhämatoxylin nach Heidenhain schwarz. Da

dies aber keine differente Färbung ist und Plasmaeinschlüsse verschiedenster Herkunft intensiv färbt, so kam es darauf an, ihr Verhalten auch anderen Farbstoffen gegenüber festzustellen. Mit Safranin, das besonders gut färbte, erscheinen sie rotviolett bis intensiv rot. Mit Methylgrün färben sie sich schwarz, mit Mallory-schem Gemisch dunkelblau.

Bei Betrachtung von Schnittpräparaten (Taf. 19 Fig. 9) durch solche Stadien erhält man mitunter den Eindruck, als ob sie aus dem Kern auswanderten. Doch scheint die Mehrzahl der Bilder dafür zu sprechen, daß sie unter dem Einfluß des Kernes im Plasma selbst entstehen. Jedenfalls finden sie sich in ihrer typischen Ausbildung nur im Plasma, und es unterliegt keinem Zweifel, daß sie durch das Plasma nach der Peripherie hinwandern, ähnlich wie es Tönniges (1914) für die Trichocysten von *Frontonia* schildert. Dafür spricht deutlich die Lage der Gebilde in den einzelnen Stadien. Sie treten nämlich zunächst in der Nähe des Kernes auf, wo sie von verschiedener Länge zumeist in großen Mengen nahe an der den Kern umgebenden hellen Zone und teilweise in derselben liegen (Taf. 19 Fig. 9 u. Textfig. K). An der Peripherie finden sie sich anfangs vereinzelt (Textfig. L), um in späteren Stadien in größeren Mengen zu erscheinen (Textfig. M). Nachdem sie die Alveolarlamelle durchbrochen haben (Textfig. M), liegen sie zunächst unregelmäßig im Ectoplasma. Auf einem etwas späteren Stadium haben sich die in der Alveolarschicht befindlichen Stäbchen alle senkrecht zur Oberfläche gestellt und die Pellicula ganz vereinzelt durchbohrt (Textfig. N). Dabei ist bemerkenswert, daß sie zuerst immer in dem die Peristomhöhle ausfüllenden Plasma an der Oberfläche erscheinen, also am ventralen Peristomausschnitt des Muttertieres; mit anderen Worten dort, wo eine neue Oberfläche gebildet wird, während an den übrigen Teilen der Peripherie noch keinerlei Durchbohrungen stattgefunden haben (Taf. 19 Fig. 8). Dasselbe kann man auf sämtlichen bis zum Peristomwinkel (Taf. 17 Fig. 1 pw) geführten Schnitten wahrnehmen. Auf späteren Stadien haben sie auch in den übrigen Teilen die Körperoberfläche durchbrochen. Doch scheint auch dies insofern partiell vor sich zu gehen, als sie häufig zunächst auf der ventralen Seite des Tieres erscheinen und kurze Zeit später erst auf der dorsalen. Sie nehmen nach vorn sich zuspitzend an Länge zu und erreichen bald die doppelte Länge der Ectoplasmaschicht (vgl. Textfig. N, O u. P). Die im Plasma befindlichen Teile reichen bis an die Alveolarlamelle (Textfig. P); sie stecken also gleichsam im Ectoplasma. Die äußeren Teile weisen kein starres Aussehen auf wie die im Plasma ein-

geschlossenen basalen Teile, sondern nehmen typische Cilienformen an (Textfig. Q). Allmählich werden die in der Alveolarschicht befindlichen Teile dünner und, indem sie mehr und mehr zurücktreten,



Textfig. L. Textfig. M.

Textfig. N. Textfig. O.

Textfig. P. Textfig. Q.

Textfig. L—Q. Randpartien aus Querschnitten aufeinanderfolgender Stadien vor der Durchschnürung. Vergr. $^4/_5$ · ca. 1700.

Textfig. L. Die stäbchenförmigen Gebilde erscheinen vereinzelt an der Peripherie.
Textfig. M. Häufiges Auftreten der Stäbchen in der Alveolarschicht.
Textfig. N. Beginn der Durchbohrung der Pellicula.
Textfig. O. Weiteres Wachstum der Stäbchen.
Textfig. P. Zurücktreten der basalen Teile der Stäbchen.
Textfig. Q. Neue Cilien des Tochtertieres.

undeutlicher (Textfig. Q), während die äußeren noch mehr an Länge zugenommen haben (Textfig. Q). Schließlich beobachtet man an Präparaten von älteren Stadien kurze Cilien mit deutlich wahrnehmbaren Basalkörperchen und Basalfibrillen (Textfig. Q). Sie sind im Gegensatz zu solchen eines normalen Tieres erheblich kürzer (vgl. Textfig. L u. Q) und mit Eisenhämatoxylin viel stärker tingierbar, wodurch hier die einzelnen Teile schärfer hervortreten.

Mit dieser Erscheinung geht eine andere Hand in Hand. Auf den ersten dargestellten Stadien (Textfig. L u. M) sind die langen fast ungefärbten Cilien des Muttertieres zu erkennen, doch nehmen sie auf späteren Stadien (Textfig. N, O u. P) an Zahl immer mehr ab, je länger die äußeren Teile der Stäbchen werden. Vereinzelt können sie noch zwischen den Stäbchen in Stadien, wie sie in Textfig. O u. P dargestellt sind, wahrgenommen werden und sind auf Präparaten von älteren Stadien nicht mehr nachweisbar (Textfig. Q). Es muß ferner hervorgehoben werden, daß die in Rede stehenden stäbchenförmigen Gebilde immer an den die Längsstreifen der Oberfläche bildenden Stellen die Pellicula durchbohren, also dort, wo beim normalen Tier die Cilien stehen (Textfig. O u. P).

Es sei zum Verständnis dieser Erscheinungen besonders darauf hingewiesen, daß die Textfig. L—Q kurz aufeinander folgende Stadien darstellen. Die in Textfig. L u. M wiedergegebenen Teile aus Querschnitten entstammen den frühesten Stadien der Vorbereitung zur Teilung und entsprechen der Totalfig. 2. Das alte Peristom ist zwar schon in Rückbildung begriffen, reicht aber noch erheblich tief ins Körperinnere, ähnlich wie es durch die Schnittfig. 9 gezeigt ist. Textfig. N ist ein etwas späteres Stadium. In diesem Falle ist vom Peristom des Muttertieres nur noch ein geringer Rest vorhanden, der sich wenig tief ins Körperinnere zieht. Das der Zeichnung O entsprechende Stadium weist nur noch die äußere Kommunikation des Septalraumes als Rest der alten Peristomhöhle auf, während Textfig. P einer Phase entspricht, wie sie in Totalfig. 4 wiedergegeben ist. Die letzte der in Frage kommenden Abbildungen entstammt einem Tier, dessen Einschnürung begonnen hat.

Eine in gewisser Hinsicht ähnliche Beobachtung hat Schmidt (1921) an *Bursella* gemacht. Er gibt an (p. 16), daß bei manchen Exemplaren von diesem Infusor deutlich, bei anderen weniger ausgesprochen in dem vakuolenfreien Plasma, das den Kern umgibt, eine Unzahl stäbchenförmiger Gebilde von verschiedener Länge, aber ziemlich gleichbleibender Dicke zu finden sind. Auch konnte er feststellen, daß sie im Innern des Tieres entstehen und durch das

Plasma den Verbrauchsstellen zugeführt werden. Er deutet sie (p. 17) als Trichocysten. Gegen die Trichocystennatur der in Rede stehenden Gebilde bei *Bursaria* habe ich mich schon früher (S. 385) eingehend ausgesprochen.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die beschriebenen Erscheinungen mit einer Neubildung und Resorption des Wimperkleides zu identifizieren sind, wie wir sie von anderen Infusorien während der Teilung bereits kennen. Es lag nahe, die fraglichen stäbchenförmigen Gebilde mit der Genese der Cilien in Zusammenhang zu bringen. Die Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß es sich um Chromidien handelt, wie sie als vermutlich nucleären Ursprungs von anderen Protozoen bekannt sind. Die Beziehungen der Chromidien bzw. der Mitochondrien bei den Metazoen zu den Basalkörperchen der Cilien und deren Fibrillen sind einstweilen nicht genügend geklärt.

Die Tatsache, daß auch am normalen Tier die stäbchenförmigen Gebilde in größerer oder geringerer Zahl auftreten, läßt darauf schließen, daß die Infusorien auch während des vegetativen Lebens fehlende Cilien zu ersetzen vermögen, wie dies ja außer bei der Teilung auch nach der Encystierung und Conjugation erfolgen muß. Bei der spontanen Rück- und Neubildung des Peristoms, wie es von *Stentor*, *Holosticha* und *Bursaria* bekannt ist, worauf ich eingangs (S. 361) verwiesen habe, erfolgt aller Wahrscheinlichkeit nach auch eine Resorption und Neubildung des Cilienkleides.

Trotz zahlreicher Untersuchungen über die Genese der Flimmerzellen kann auch heute noch nicht die Frage nach der Herkunft der Basalkörper und deren Fibrillen als gelöst betrachtet werden. Nach der bekannten Theorie von Lenhossék-Henneguy stammen sie von Centriolen ab, während andere Autoren der Meinung sind, daß sie durch Differenzierungen des Protoplasmas entstehen und wieder andere für ihre direkte Herkunft aus dem Kern eintreten. Während nach Aufstellung der erwähnten Theorie die Autoren, welche sich mit der Genese der Flimmerzellen beschäftigen, viel das Für und Wider erörterten, woraus hervorgeht, daß sie nicht einwandfrei aufrecht zu erhalten ist (Maier 1903; Erhard 1910), treten neuere Beobachter wieder für dieselbe ein. So leiten H. E. Jordan und Helvestine (1923) die Basalkörner von Centriolen her. Auch wird sie durch die Untersuchungen von Rényi (1924) an Zellen aus der Trachea eines menschlichen Fötus gestützt, der ebenfalls die Entstehung der Basalkörperchen aus Centriolen wahrscheinlich macht.

Als Differenzierungsprodukte des Plasmas faßt unter anderen

Heidenhain (1898 p. 105/106) die Basalkörperchen auf. Auch gehört hierher die Ansicht, daß sie aus Mitochondrien entstehen sollen (Saguchi 1917). In allen Zellarten jugendlicher Embryonalzellen konnten diese festgestellt werden, wo sie die Grundlagen für zahlreiche (Benda) oder gar alle (Meves) cytoplasmatischen Differenzierungen des erwachsenen Zustandes abgeben sollen (Tschermak 1924 p. 348). Nehmen wir mit Goldschmidt (1909) an, daß die Mitochondrien von den aus dem Kern stammenden Chromidien abzuleiten sind, so würde letzten Endes der Kern die Quelle der Entstehung zahlreicher Differenzierungen im Zellplasma sein.

Für die chromatische Herkunft der Basalkörper tritt unter anderen Erhard (1910) ein, in seiner Arbeit: „Studien über Flimmerzellen", wo er die Befunde folgendermaßen zusammenfaßt: „Chromidialapparat, Basalkörper und Faserwurzeln sind also ihrer Natur nach gleiche Gebilde oder mit anderen Worten: letztere beide entstehen aus Chromatin" (p. 375). Ebenso konnte Tönniges (1919 p. 34 u. 41) die chromatische Herkunft der Basalkörper und deren Fibrillen bei *Opalina ranarum* nachweisen. Schließlich läßt die Entstehung der stäbchenförmigen Gebilde unter dem Einfluß des Kernes, aus denen bei *Bursaria tr.* wahrscheinlich die Basalkörperchen hervorgehen, ebenfalls den Kern als Quelle der Entstehung derselben gelten.

Es ist gezeigt worden, daß sich die Neubildung des Wimperkleides bei *Bursaria tr.* im wesentlichen schon vor beginnender Einschnürung und zum Teil während des Durchschnürungsvorganges vollzieht. Da bei der Teilung der Infusorien durch die Einschnürung keine neue Oberfläche an der Teilungsstelle erzeugt, sondern die alte nur in eine andere Form umgeprägt wird, so ist es auch erklärlich, daß das ganze Gebiet der Einschnürung bewimpert ist. Das Cilienkleid verhält sich an dieser Stelle genau so, wie an den übrigen Teilen der Körperoberfläche. Die Neubildungs- und Resorptionsprozesse am Wimperkleid greifen indessen so ineinander, daß eine wesentliche Beeinflussung der Schwimmfähigkeit nicht eintritt. Die Cilien des Muttertieres bleiben als funktionierende Organellen so lange bestehen, bis die neuen eine gewisse Größe erlangt haben. Erst dann verschwinden die ersteren in dem Maße, wie das Wachstum der neuen vor sich geht, so daß niemals eine vollkommene Lücke in der Cilienbesetzung entsteht. Ganz spurlos scheinen aber diese Vorgänge an den Tieren nicht vorüberzugehen. Ich beobachtete, daß sie während ihrer ganzen Teilung ruhig auf dem Boden des Gefäßes lagen, im Gegensatz zu normalen Tieren,

die umherschwammen. Dieses Verhalten scheint mit einer Verminderung der Fortbewegungsfähigkeit zusammenzuhängen. Indessen wird dieselbe, wie schon bemerkt, nicht vollkommen aufgehoben; denn auf den Objektträger gebrachte, sich teilende Tiere schwimmen dauernd lebhaft umher und erschweren dadurch erheblich die Beobachtung.

Die gesamten Resorptionsprozesse bis zum Beginn der Einschnürung nehmen etwa $1^1/_2$—2 Stunden in Anspruch. Doch beeinflussen äußere Bedingungen (Temperatur und Wasserverhältnisse) diese Vorgänge.

5. Der Durchschnürungsvorgang.

a) Veränderungen an den Peristomanlagen.

Nachdem die endgültige Rückbildung des mütterlichen Peristoms erfolgt ist und für beide Teilsprößlinge die neuen Anlagen für ihre Mundapparate vorhanden sind, erfolgt eine Längsstreckung des Tieres. An derselben beteiligt sich auch der Macronucleus, indem er eine langgestreckte Form annimmt (Taf. 18 Fig. 4).

Zwischen den beiden Anlagen liegt eine von Membranellen freie Zone, in der jetzt von allen Seiten gleichmäßig die Durchschnürung erfolgt. Die Teilungsebene zerlegt den Körper in einen hinteren, annähernd kugeligen Teil, der zunächst in breiter Fläche mit dem ersten zusammenhängt, und einen vorderen, der mehr Eiform aufweist (Taf. 18 Fig. 5).

Während des Durchschnürungsvorganges erfährt das Peristom im vorderen Teilsprößling keine wesentlichen Veränderungen. Diejenigen in der Anlage des Peristoms für den zweiten Sprößling bestehen lediglich in einer geringen Einsenkung, so daß also eine der vorderen Peristomanlage entsprechende, oberflächlich liegende Rinne entsteht. Sie ist in ihrem vorderen Teil etwas tiefer eingesenkt und flacht sich nach der Mitte zu ab (vgl. Taf. 20 Fig. 15 und Taf. 21 Fig. 16). Sie durchzieht den ganzen Teilsprößling bis nahezu an sein hinteres Ende (Taf. 18 Fig. 5). Im hinteren Teil liegt die neue adorale Zone ganz oberflächlich. Wie aus Querschnitten durch ein solches Stadium (Taf. 21 Fig. 16) zu ersehen ist, sind die Ränder dieser Rinne nicht gleichmäßig hoch, mit Ausnahme des vorderen Teiles (Taf. 20 Fig. 15). Je mehr sie sich abflacht, um so mehr geht der linke Rand allmählich in die Körperwand über, während ihr rechter Rand erhöht bleibt. Dieser ist wie die übrige Körperoberfläche mit Cilien besetzt, während auf der flachen

linken Seite und auf dem Grunde der Rinne die jungen Membranellen stehen.

Weitere Veränderungen an der Peristomanlage während des Durchschnürungsvorganges bestehen darin, daß zwischen den Membranellen und dem rechten Rande der oberflächlich angelegten Rinne durch die Einsenkung eine cilienfreie Zone entsteht (Taf. 21 Fig. 16 u. 18). So weit ist die Bildung des Peristoms gediehen, wenn das Tier unmittelbar vor der endgültigen Durchschnürung steht. Dieser Zustand hält auch kurze Zeit nach der Durchschnürung an.

Das Verhalten beider Teilsprößlinge ist gleich, so daß es sich erübrigt, beide näher zu beschreiben. Aus demselben Grunde konnte ich darauf verzichten, Querschnitte durch beide Sprößlinge abzubilden.

b) Verhalten des Macronucleus während der Durchschnürung.

Wenn die Rückbildung des alten Peristoms vollkommen beendet ist, liegt der Macronucleus in Form eines Stabes (Taf. 17 Fig. 3 ma) ungefähr in der Mitte des Tieres. Während des Durchschnürungsvorganges erfährt er eine Längsstreckung (Taf. 18 Fig. 4 u. 5). Er durchzieht beide Teilsprößlinge (Taf. 18 Fig. 5). Bevor die Durchschnürung erfolgt ist, beginnt er schon seine typische Form wieder anzunehmen und zwar zunächst an den der Teilungsstelle abgekehrten Enden (Taf. 18 Fig. 5). Von einer ausgesprochenen Biskuit- oder Hantelform, wie sie bei der Teilung anderer Infusorien beschrieben wird, kann nicht die Rede sein. Er weist auch auf späten Teilungsstadien in allen seinen Teilen nahezu gleiche Breitenausdehnungen auf (Taf. 18 Fig. 5 ma). Desgleichen erfolgt seine Teilung nicht vor derjenigen des Tieres, sondern gleichzeitig mit der endgültigen Durchschnürung des Körpers wird auch der Kern geteilt. So findet man an der Durchschnürungsstelle später Teilungsstadien den Kern von einer verhältnismäßig dünnen Plasmaschicht umgeben (Taf. 21 Fig. 17).

Hinsichtlich der Struktur des Großkerns während des Durchschnürungsaktes ist im Gegensatz zu frühen Stadien (Taf. 19 Fig. 9) erwähnenswert, daß er stets der ungleichen großen Chromatinballen entbehrt und wieder gleichmäßig feinkörnig erscheint (Taf. 21 Fig. 16). Eine Anordnung des Chromatins in Längsstreifen, wie sie für andere Infusorien beschrieben wird (Gruber 1884, Bütschli 1887/89, Günther 1899 u. a.), konnte ich bei *Bursaria* nicht feststellen. Nur einmal habe ich auf einem sehr frühen Stadium der Vorbereitung zur Teilung eine Anordnung der Körnchen der chromatischen Substanz

in Längsreihen wahrgenommen, die so den Eindruck einer undeutlichen Längsstreifung hervorriefen.

Bei den vielen Teilungsstadien, die ich untersuchte, konnte ich in keinem Falle einen sich teilenden Kleinkern entdecken. Bekanntlich teilt sich ja bei der Teilung der Ciliaten im allgemeinen der Micronucleus zuerst, und zwar oft schon dann, wenn im übrigen noch keinerlei sichtbare Zeichen der Teilung zu bemerken sind. Erst wenn seine Teilung annähernd oder ganz vollendet ist, setzen die übrigen Begleiterscheinungen der Teilung ein (Doflein 1916). Es scheinen also auch bei *Bursaria* die Mitosen der Micronuclei die Teilung des Tieres einzuleiten. Die spätere Verteilung derselben auf die beiden Sprößlinge ist zwar annähernd, aber keineswegs immer gleich.

c) Dauer des Durchschnürungsaktes.

Der eigentliche Teilungsakt vom Beginn der Einschnürung bis zur endgültigen Durchschnürung nimmt 20—25 Minuten in Anspruch. Während die Tiere bei der Teilung im allgemeinen ruhig auf dem Grunde der Schalen liegen, erfolgt stets eine Bewegung unmittelbar vor der endgültigen Durchschnürung, die daher den Charakter einer Durchreißung annimmt. Das Verhalten der Tiere gegenüber der Einschnürung ist also mehr passiv, während die eigentliche Durchschnürung aktiv von den Sprößlingen vorgenommen wird. Dabei ist besonders am hinteren Sprößling nach erfolgter Durchschnürung für eine kurze Zeit eine rotierende Bewegung zu beobachten, ähnlich, wie sie bei einer künstlichen Teilung, nur in viel stärkerem Maße, zum Ausdruck kommt.

Wenn auch im allgemeinen die Teilungsfurche von allen Seiten gleichmäßig vordringt, so kommen mitunter doch auch abnorme Teilungen vor, derart, daß die letzte Verbindungsstelle der beiden Teilsprößlinge nicht zentral, sondern seitlich gelegen ist.

6. Die Ausbildung des Peristoms nach der Durchschnürung.

Nachdem sich die Teilsprößlinge getrennt haben, tritt erneut ein Ruhestadium ein. Die Tochtertiere heften sich an ein Pflanzenteilchen fest oder liegen ruhig auf dem Grunde der Schalen. Die Anlagen für die neuen Peristome machen nun erhebliche Veränderungen durch, indem sie zum fertigen, nahrungsaufnahmefähigen Peristom ausgebildet werden.



a) Einsenkung der Peristomhöhle.

Wir hatten die Peristombildung bis zum Stadium der endgültigen Durchschnürung verfolgt. Das neue Peristom bestand in einer geraden von vorn bis nahezu ans hintere Körperende des Sprößlings reichenden Anlage von der Form einer freiliegenden, wenig vertieften Rinne, deren erhöhter rechter Rand mit Cilien besetzt war und auf deren flachem linkem Rande und Grunde die jungen Membranellen standen.

Da während des Durchschnürungsvorganges die Peristomanlagen der beiden Tochterindividuen auf gleichen Entwicklungsstadien angelangt sind, genügt es, im folgenden die Ausbildung der Anlage zum vollständigen Peristom nur an einem der beiden Individuen genauer zu beschreiben. Geringe, mehr äußere Unterschiede, die bei der Entwicklung auftreten, werden besonders hervorgehoben werden. Ebenso kann ich es mir ersparen, bei den entsprechenden Totalfiguren der fortlaufenden Entwicklungsreihe beide Tochtertiere darzustellen.

Die Ausbildung des Peristoms, d. h. die Differenzierung der einzelnen Teile desselben erfolgt in gleicher Weise wie die Rückbildung vor der Teilung, nur in umgekehrter Reihenfolge. Zunächst erfolgt die Einsenkung der Peristomhöhle am cilienfreien Teil des oberflächlich angelegten Peristoms (Taf. 19 Fig. 6 u. Taf. 21 Fig. 18). Die adorale Zone schiebt sich gleichsam unter den rechten mit Cilien besetzten Rand, indem sie gleichzeitig an Breitenausdehnung zunimmt (Taf. 21 Fig. 19). Sie liegt aber noch in ihrer ganzen Länge frei; ihr hinterer Teil ist also noch nicht von dem umgebenden Medium abgeschlossen. Fig. 19 (Taf. 21) stellt einen Querschnitt durch die Mitte eines solchen Stadiums, wie es die Totalfigur 6 wiedergibt, dar. Sie zeigt ferner, daß die Einsenkung in die rechte Körperhälfte erfolgt. Dadurch entsteht eine den Hohlraum deckelartig überragende Platte, die Stein (1867) als Stirnfeld und Schuberg (1886) als Peristomplatte bezeichnet (Taf. 21 Fig. 19 u. Taf. 22 Fig. 21 pp). Auf der linken Seite kommt es niemals zur Bildung einer derartigen Platte, unter der die Membranellenzone liegt. Die adorale Zone liegt beim ausgebildeten Tier, soweit der ventrale Ausschnitt reicht, vollständig frei und offen am linken Rande des Peristoms (Taf. 17 Fig. 1). Diese Feststellung hat schon Schuberg (1886) gegenüber früheren Autoren gemacht. Um so mehr ist es zu verwundern, daß Lund (1917/18) in seinen Figuren (Taf. I) auch den linken Rand des ventralen Ausschnittes als eine die Membranellenzone deckelartig überragende Platte darstellt.

Da die Einsenkung der Peristomhöhle im cilienfreien Teil der ursprünglichen Anlage (Taf. 21 Fig. 18) erfolgt, ist es erklärlich, daß sich auf den Wänden der Peristomhöhle keine Cilien vorfinden. Um so bemerkenswerter ist, daß das Septum (Taf. 17 Fig. 1 s) innerhalb der Peristomhöhle mit Cilien besetzt ist. Doch wird uns auch diese Tatsache klar, wenn wir uns seine Entstehung vergegenwärtigen.

b) Entstehung des Septums.

Gleichzeitig mit der Einsenkung der Peristomhöhle entsteht durch einen zweiten Wachstumsprozeß von einer rechts neben dem rechten Rande gelegenen Zone aus (Taf. 22 Fig. 22 x) eine protoplasmatische Brücke, die sich über den rechten Rand hinweg zum linken Rande der ursprünglichen Anlage legt und mit diesem verschmilzt. Dadurch wird der mit Cilien besetzte rechte Rand der Peristomanlage nach innen verlagert und vom Protoplasma eingeschlossen. Ein Vergleich der Fig. 21—24 (Taf. 22) veranschaulicht diesen Wachstumsprozeß recht deutlich. Er vollzieht sich nur im hinteren Teil des protoplasmatischen Körpers. Dadurch entsteht einerseits im vorderen Teil der ventrale Ausschnitt, andererseits im hinteren Teil ein Hohlraum, der Septalraum (Textfig. D u. Fig. 24 sr), der sowohl in seinem hinteren Ende als auch längs seiner linken Seite mit der Peristomhöhle zusammenhängt. Von der Peristomhöhle ist dieser durch den Umwachsungsprozeß gebildete Hohlraum durch den rechten mit Cilien besetzten Rand des ursprünglichen Peristoms getrennt, den wir jetzt als Septum bezeichnen (Taf. 22 Fig. 24 u. Textfig. D s). Es ist demnach nichts anderes, als der hintere Teil des rechten Randes der ursprünglichen freien Peristomanlage, der durch diesen besonderen Wachstumsprozeß ins Innere des Körpers eingeschlossen wurde. Danach ist es auch verständlich, daß das Septum im Gegensatz zu den Wänden der Peristomhöhle mit Cilien besetzt ist. Ein Vergleich meiner Beobachtungen über die Ausbildung des Peristoms, im besonderen über die Entstehung des Septums mit Schuberg's Ausführungen (1886 p. 342) zeigt, daß dieser Autor die Entstehung des kompliziert gebauten Mundapparates von *Bursaria* im Prinzip richtig vermutet hat.

Die eben beschriebenen Wachstumsprozesse komplizieren sich insofern, als bei der Einsenkung der Peristomhöhle und der Verbreiterung der Membranellenzone letztere durch einen besonderen Wachstumsvorgang eine Krümmung erfährt, durch welche sie die Form einer halben korkenzieherartigen Windung annimmt. Dieses

Verhalten der adoralen Zone ist eine Folge der weiteren Ausbildung der Peristomhöhle. Ihre Einsenkung erfolgt nicht nur in die rechte Körperhälfte nach der dorsalen Seite hin, sondern sie wächst gleichzeitig weiter nach hinten aus mit einer Krümmung nach der linken und schließlich dorsalen Seite hin (Taf. 19 Fig. 7). Da sich die peristomale Zone auf der linken Seite der ursprünglichen Anlage, bzw. auf der linken Seite der Peristomhöhle befindet, muß sie sich notwendigerweise auch an diesem komplizierten Wachstumsprozeß beteiligen. Mit der Krümmung der Peristomhöhle nach der linken und der dorsalen Seite hin kommt sie auf deren obere Seite zu liegen (Taf. 17 Fig. 1). An diesem komplizierten Wachstumsvorgang nimmt naturgemäß auch das Septum teil, das sich ja bis nahezu an die Mündung des Peristoms erstreckt.

c) Bildung des Peristombandes und der Mundspalte.

Die Herausdifferenzierung des Peristombandes beginnt kurz nach der Durchschnürung, so daß man es schon auf verhältnismäßig frühen Stadien nach der Durchschnürung (Taf. 22 Fig. 22, 23 pb) erkennen kann, wenn auch noch nicht in seiner Vollendung. Mit dem Peristomband gleichzeitig werden die Basallamellen gebildet, die ja auf der linken Seite des Peristoms an demselben inserieren. Erst nach vollständiger Ausbildung der Peristomhöhle erfolgt die Bildung der Mundspalte durch Einsenkung und die Differenzierung des Stomatoplasmas. Ebenso entsteht durch Auswachsung des Peristoms nach der linken und dorsalen Seite hin eine Einsenkung, womit die Entstehung des Überganges von der Peristomhöhle ins Entoplasma, also die Mündung derselben (Taf. 17 Fig. 1 md), erklärt ist. Die Ausbildung des Peristoms wird also mit dem Teil beendet, an dem vor der Teilung seine Rückbildung begonnen hat.

d) Dauer der Teilung.

Etwa $1^1/_2$—2 Stunden nach der Durchschnürung beginnen die Tochterindividuen mit Hilfe des neuen Peristoms Nahrung aufzunehmen. Damit ist die Ausbildung des Peristoms als vollendet zu betrachten. Sie nimmt also nach erfolgter Durchschnürung ungefähr dieselbe Zeit in Anspruch, wie die Rückbildung vor der Einschnürung. Der ganze Teilungsvorgang vom Auftreten der ersten sichtbaren Vorbereitungen bis zur Fähigkeit der Nahrungsaufnahme seitens der Tochtertiere nimmt etwa 4—5 Stunden in Anspruch. Genaue Zahlen lassen sich dafür nicht angeben, weil äußere Bedingungen dabei eine wesentliche Rolle spielen. Im besonderen werden durch

Wechsel der Temperatur- und Wasserverhältnisse Schwankungen hervorgerufen. Ebenso scheint die Ausbildung der rückgebildeten Teile, wie überhaupt die ganze Teilung schneller von statten zu gehen bei sog. Teilungsepidemien, wie sie stets vor Beginn der Conjugation auftreten.

Wenn wir annehmen, daß die Teilung der Kleinkerne schon vor Eintritt der sichtbaren Veränderungen am Peristom vor sich geht, wie es bei vielen anderen Ciliaten der Fall ist, so wäre die Teilungsdauer natürlich länger als die angegebene Zeit anzusehen. Im Verhalten der beiden Tochtertiere nach der Teilung ist insofern ein Unterschied zu beobachten, als der vordere Sprößling im allgemeinen den Ruheplatz etwas früher verläßt als der hintere.

Die ganze Teilung ist von starken Plasmaströmungen begleitet, wie sie ähnlich nach einer Durchschneidung der Tiere auftreten. Wahrscheinlich stehen sie zur Resorption und Neubildung der Organellen in enger Beziehung, wie man ja solche starken Plasmaströmungen auch bei verletzten Pflanzenzellen (beispielsweise bei *Vallisneria*) zum Zwecke der Wundheilung beobachten kann.

Vor der Teilung aufgenommene Nahrung wird je nach der Lage im Muttertier auf die Sprößlinge verteilt. Dabei können verbrauchte Nahrungsstoffe auch während der Teilung ausgestoßen werden.

Der Macronucleus nimmt bald nach der Teilung in den Tochtertieren seine normale Form an (Taf. 19 Fig. 7). Auch in bezug auf seine innere Struktur hat er Veränderungen durchgemacht, insofern sie jetzt wieder mit der eines normalen Tieres übereinstimmt. Die alten Cilien sind schon vor der Einschnürung und zum Teil während derselben resorbiert worden, nachdem aber die neuen bereits funktionsfähig waren. Die Cilien der Tochterindividuen sind im Verhältnis zu denen des Muttertieres erheblich kürzer. Die ectoplasmatische Alveolarschicht erscheint jetzt wieder deutlicher differenziert als bei Objekten, die sich auf Stadien der Durchschnürung befinden.

Das auf Fig. 7 (Taf. 19) folgende Stadium würde ein normales Tier mit ausgebildetem Peristom ergeben. Indem ich auf Fig. 1 (Taf. 17) verweise, kann ich mir eine Wiedergabe desselben ersparen.

Setzen wir nun die gewonnenen Ergebnisse über die Peristombildung bei der Teilung von *Bursaria truncatella* in Beziehung zu den eingangs (S. 363) erwähnten Möglichkeiten. Die Untersuchungen ergaben, daß im hinteren Teilprößling das Peristom unabhängig vom alten neu angelegt wird, ein Verhalten, wie es für *Stentor* und *Euplotes* angegeben wurde, und wie es noch für viele andere Ciliaten gilt. Vom Peristom des Muttertieres wird nur ein geringer Rest

lediglich der Peristomhöhle vom vorderen Sprößling übernommen. Alle übrigen Teile erfahren eine vollkommene Rückbildung und werden durch neue ersetzt. Darum gehen wir nicht fehl, wenn wir annehmen, daß auch für den vorderen Sprößling ein neues Peristom gebildet wird, das nur insofern im Zusammenhang mit dem des Muttertieres steht, als es eben den Rest der Peristomhöhle als Anlage übernimmt und die neue adorale Zone im Zusammenhang mit der alten in demselben Maße ausbildet, wie diese verschwindet. Ähnlich ist die Peristombildung im vorderen Tochterindividuum bei den meisten hypotrichen Infusorien aufzufassen, da nach Wallengren (1901) das alte Peristom eine vollkommene Reorganisation und substanzielle Erneuerung erfährt.

7. Erörterungen und Schlußfolgerungen.

Die mitgeteilten Untersuchungen lassen noch einige Schlüsse allgemeiner Natur zu. In seiner Arbeit „Über den Bau der *Bursaria truncatella*“ hat Schuberg (1886) im Gegensatz zu anderen Autoren (Bütschli, Gruber, Weismann, Maupas), die den Protozoen eine Entwicklung, wenigstens im gewöhnlichen Sinne des Wortes, nicht zuerkennen wollen, die Ansicht vertreten, daß man bei höher organisierten Formen, die während der Teilung, nach der Encystierung oder nach der Conjugation kompliziert gebaute Organellen bilden müssen, vielleicht doch von einer Ontogenie reden kann.

Um zu dieser Frage Stellung nehmen zu können, müssen wir uns zunächst darüber klar sein, in welchem Sinne der Begriff Entwicklung auf die Infusorien Anwendung finden kann. Unter Entwicklung verstehen wir nach Korschelt und Heider (1902 p. 1) „den Ablauf jener Formveränderungen, durch welche organische Gestaltung erzeugt wird“. In diesem Sinne können wir natürlich auch bei *Bursaria* von Entwicklung reden; denn die Jugendstadien des Infusors weisen derart starke Abweichungen gegenüber dem Muttertiere auf, daß der nicht Eingeweihte sie kaum als *Bursarien* ansprechen würde. Erst durch komplizierte Wachstumsprozesse, die auch Formveränderungen zur Folge haben, werden diese Verschiedenheiten ausgeglichen. Diese Formveränderungen vollziehen sich hauptsächlich an dem Peristom, so daß man im besonderen von einer Entwicklung des Mundapparates reden kann. In dem erwähnten Sinne will auch Doflein den Begriff Entwicklung auf höher oder komplizierter organisierte Protozoen angewandt wissen (1916 p. 232). Wie weit indessen die Entwicklungsvorgänge phylogenetische Rückschlüsse zulassen, ist eine andere Frage. Schuberg

macht den Versuch, solche Beziehungen herzustellen. Wir haben gesehen, daß die Bildung des Peristoms von einem Stadium ausgeht, bei dem es noch nicht in die hintere Körperhälfte des Tieres hineinragt wie beim normalen Tier, sondern in Form einer Rinne frei an der Oberfläche liegt. Ein dieser Anlage entsprechendes, rinnenartiges Peristom finden wir aber bei anderen Infusorien dauernd. So besitzt *Frontonia leucas* ein Peristom, bei dem von der Mundöffnung nur nach dem Hinterende eine Rinne ausläuft. Sie liegt in der Mittellinie der Bauchseite und setzt sich weit nach hinten über den ganzen Körper fort. Die Cilien stehen auf der rechten Seite des Mundes in drei Reihen angeordnet und finden sich in gleicher Weise in der Rinne längs verlaufend wieder (Tönniges 1914 p. 307). Schließlich weisen auch die Peristome von *Spirostomum* und *Climacostomum* einen dem jungen Peristom von *Bursaria* ähnlichen Bau auf.

Andererseits gibt es Infusorien mit sehr kompliziert gebautem Mundapparat, der aber auf gewissen Stadien der Bildung einen Vergleich mit dem von *Bursaria* zuläßt. Ich denke an die *Stentoren*. So legt sich am hinteren Teilsprößling bei *Stentor coeruleus* ein gerades, von vorn nach hinten verlaufendes Peristom an, das erst sekundär eine Einrollung erfährt und dadurch die für das ausgebildete Tier eigentümliche Gestalt erlangt. Diesen Vergleich mit *Stentor* hat schon Schuberg (1886 p. 338) angestellt, und ich kann mich nur seiner Ansicht anschließen. Sehen wir das rinnenartige Peristom von *Frontonia* und anderen Formen als ursprünglichen Typus an, so wäre durch die Untersuchungen über die Peristombildung bei *Bursaria* gezeigt, daß sowohl unser Infusor als auch *Stentor* (nach Schuberg) auf diesen ursprünglicheren Typus zurückzuführen sind.

Was die Resorption und Neubildung des Cilienkleides bei der Teilung *heterotricher* und *holotricher* Infusorien anlangt, so ist bisher darüber sehr wenig bekannt. Wesentlich mehr wissen wir über diese Vorgänge bei *hypotrichen* Infusorien. So hat Wallengren (1901) in der schon vorhin erwähnten Abhandlung erneut nachgewiesen, „daß bei der Querteilung der *hypotrichen* Infusorien das ganze Wimperkleid der beiden Sprößlinge, sowohl die kleinen, starren Rücken- und Randborsten als auch die großen Stirn- und Aftercirren, erneuert werden“ und daß im Zusammenhang damit auch „große Teile der alten Pellicula oder vielleicht sogar die des ganzen Körpers erneuert wird“ (p. 54). Die *hypotrichen* Infusorien mit ihren großen Cirren sind für derartige Untersuchungen auch bei weitem besser geeignet als *holotriche* oder *heterotriche*. So ist es auch verständlich, daß schon frühere Autoren den Vorgang der

Resorption und Neubildung des Wimperkleides bei der Teilung der hypotrichen Infusorien beschreiben (Stein 1859, Balbiani 1865, Engelmann 1862, Sterki 1878). Wallengren's Ergebnisse wurden kürzlich von Dembowska (1925) auch bei der künstlichen Teilung hypotricher Ciliaten festgestellt. Auf Grund der eben für die Hypotrichen beschriebenen Verhältnisse bezüglich der Reorganisation ihrer Bewimperung wurde von früheren Autoren (Sterki, Entz) mehrfach die Ansicht geäußert, daß die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Teilung nicht als einfache Querteilung anzusehen ist, sondern daß vielmehr im Rahmen des alten Individuums gewissermaßen zwei neue angelegt werden. Bütschli (1887/89 p. 1569) läßt die Erneuerung der Wimpergebilde als Grund für diese Annahme nicht gelten, weil den Ciliaten überhaupt die Fähigkeit zukommt, diese Organe gelegentlich zu ersetzen. So treten derartige Resorptions- und Neubildungsprozesse auch nach der Conjugation und Encystierung auf. Nun ist aber durch neuere Untersuchungen über die Regeneration an sich teilenden Infusorien nachgewiesen worden, daß die beiden Tochterindividuen schon zwei autonome Einheiten bilden, bevor überhaupt die Einschnürung bemerkbar wird (Dembowska 1925 p. 204). Berücksichtigen wir diese Ergebnisse, so werden wir die vorhin angeführte Ansicht früherer Autoren aufrecht erhalten können. Auch die Befunde meiner Untersuchungen, daß nicht nur im hinteren Sprößling, sondern auch im vorderen Tochtertiere ein neues Peristom gebildet wird, wenn auch im Zusammenhang mit dem alten, sprechen für diese Ansicht.

8. Peristomneubildung bei künstlicher Teilung.

Bei den folgenden Regenerationsversuchen an *Bursaria truncatella* kam es mir in der Hauptsache darauf an, Neuanlage und Entwicklung des Peristoms bei künstlicher Teilung zu verfolgen. Aber auch andere, die reparative Regeneration bei Infusorien betreffende Fragen wurden so weit als möglich berücksichtigt. *Bursaria* ist im Gegensatz zu anderen Infusorien (*Stentor*, *Stylonychia*) erst in neuerer Zeit als Versuchsobjekt zur Feststellung des Regenerationsverlaufes benutzt worden. Lund (1917/18) hat in seiner Arbeit: „Reversibility of morphogenetic processes in *Bursaria*“ neben den Untersuchungen über die Vorgänge bei der Teilung und Encystierung auch Quer- und Längsdurchschneidungen vorgenommen. Bemerkenswert sind besonders die dadurch in einigen Fällen entstandenen Heteromorphosen (p. 8 u. Taf. IV—VI). Ferner stellte Sokoloff (1923 u. 1924) neben anderen Infusorien auch an *Bursaria* Unter-

suchungen über die Grenzen der Regenerationsfähigkeit, die Beeinflussung dieser Grenzen durch Salze und Alkalien und die Wirkung des Hungers auf die Regeneration an.

a) Methode.

Die Operationen wurden unter dem Präpariermikroskop vorgenommen. Als Operationsinstrumente dienten ein kleines Skalpell und eine feine Starnadel. Während es mit dem letzteren gelang, verhältnismäßig kleine Teile, wie sie für die Untersuchungen notwendig waren, aus dem Versuchsobjekt heraus- bzw. abzuschneiden, wurde das Skalpell ausschließlich zu Quer- und Längsdurchschneidungen benutzt. Querschnitte lassen sich verhältnismäßig leicht ausführen. Zu diesem Zwecke wurden die Tiere in flache Uhrschalen gebracht. Dagegen sind diese zum Heraus- und Abschneiden kleiner Teile sowie für Längsdurchschneidungen weniger geeignet, da sie den Tieren eine zu große Bewegungsfreiheit gestatten. Derartige Operationen wurden auf hohlgeschliffenen Objektträgern vorgenommen. Mittels einer Pipette brachte ich die Tiere in einen möglichst kleinen Wassertropfen auf den Objektträger. Dadurch wurden sie in ihrer Bewegungsfreiheit so eingeschränkt, daß die erforderlichen Schnitte, ohne die Tiere vorher zu narkotisieren, ausgeführt werden konnten. Wie schon erwähnt, sind Längsdurchschneidungen erheblich schwieriger auszuführen als Querschnitte. Infolge der großen Wundfläche zerfließen die Tiere sehr leicht. Um dies zu verhüten, muß der Schnitt möglichst rasch ausgeführt werden.

Die Teilstücke wurden auf Objektträger verteilt und in einer feuchten Kammer aufbewahrt. Die Regenerationsvorgänge wurden dann bis zur vollkommenen Ausbildung des Peristoms oder bis zur nächsten natürlichen Teilung bzw. bis zum Tode der Regenerate verfolgt.

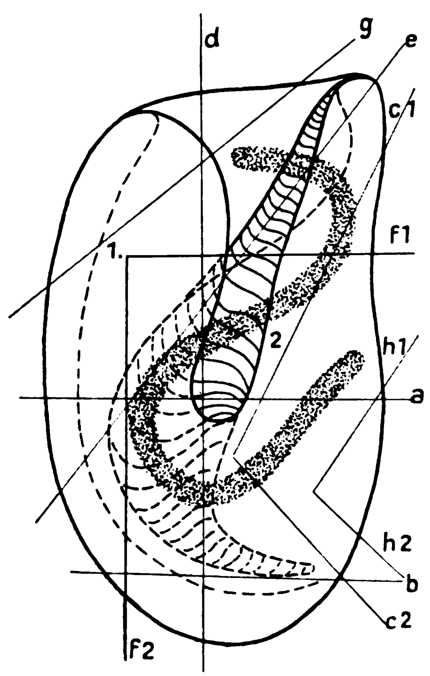
Zur Herstellung von Totalpräparaten wurden die Teilstücke in bestimmten Zeitabständen mit starker Flemming'scher Lösung fixiert und mit Pikrokarmin oder Delafield'schem Hämatoxylin gefärbt.

b) Beschreibung der Versuche.

1. Querschnitt durch die Mitte des Körpers (Textfig. R a).

Bei der Querdurchschneidung kam es mir zunächst darauf an, zwei möglichst gleich große Teilstücke zu bekommen. Der Schnitt wurde in Höhe des Peristomwinkels geführt. Dadurch erhielt jeder Teil ungefähr die Hälfte des alten Peristoms sowie Teile des Macronucleus.

Unmittelbar nachdem der Schnitt ausgeführt war, erfolgte eine Kontraktion an der Wundfläche, so daß nur wenig oder kein Entoplasma aus der Wunde herausfloß. Ungefähr 20 Minuten bis $^1/_2$ Stunde lang befanden sich die Teile in lebhafter rotierender Bewegung. Dieselbe Erscheinung wurde auch mitunter bei normalen Teilungen und zwar am hinteren Tochtertier unmittelbar nach der Durchschnürung festgestellt. Doch bestehen in bezug auf Intensität und Dauer der Drehbewegungen insofern erhebliche Unterschiede, als sie bei einer normalen Teilung langsamer vor sich gehen und nur Sekunden anhalten, während sie bei einer Zerschneidung in schnellem Tempo erfolgen und längere Zeit andauern.



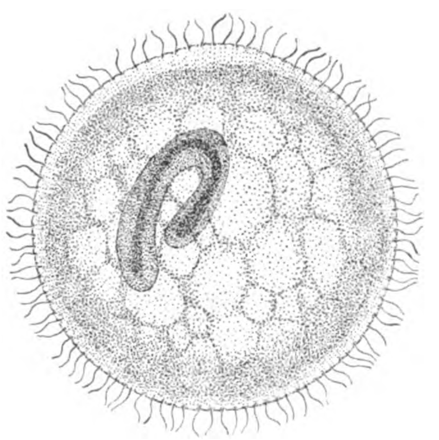
Textfig. R.
Schema der Schnittführungen bei *Bursaria*.

Nachdem die Drehbewegungen langsamer geworden waren, setzte sich das Teilstück an einem Pflanzenteilchen fest. In dieser Lage verharrte es längere Zeit, wobei Cilien und Membranellen in lebhafter Bewegung blieben. Die Regenerationsvorgänge ließen sich daher leichter beobachten als bei einer normalen Teilung. Da der Regenerationsverlauf in beiden Teilen der gleiche ist, genügt es, die Vorgänge für einen Teil genauer zu beschreiben.

Ähnlich wie die ersten sichtbaren Veränderungen vor einer normalen Teilung in Rückbildungserscheinungen am mütterlichen Peristom bestehen, werden auch die Regenerationsvorgänge mit der Resorption der noch vorhandenen Peristomreste eingeleitet. Zunächst erfolgte eine Einschmelzung des vorhandenen Restes der alten Peristomhöhle. In demselben Maße erfuhr der Rest der adoralen Zone eine Rückbildung. Ähnlich wie bei einer natürlichen Teilung wurden die übrigen Teile des Mundapparates vollkommen rückgebildet. Während dieser Resorptionsprozesse wurden im Gegensatz zur normalen Teilung sämtliche noch vorhandenen Nahrungs-

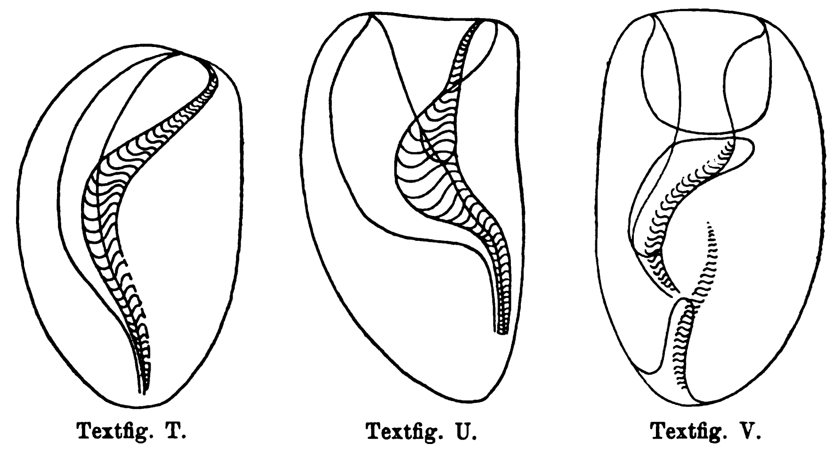
körper ausgestoßen. Das Entoplasma der Teilstücke befand sich während des ganzen Regenerationsverlaufes in lebhafter strömender Bewegung.

Mit der endgültigen Rückbildung der alten Peristomreste hatte das Teilstück Kugelform angenommen, an der nichts mehr vom alten Peristom zu bemerken war (Textfig. S). Eine gewisse Polarität schien indessen erhalten zu bleiben, die aber nur durch eine Verdickung der Ectoplasmaschicht an einer Seite erkennbar war (Textfigur S). Mit diesen Feststellungen bestätige ich LUND's Angaben über die den Regenerationsvorgängen vorausgehende Desorganisation vorhandener Organellen (1917/18 p. 6 u. Taf. I). Auf diesem Stadium glich das Teilstück einer *Bursaria*, die unmittelbar vor der Encystierung steht (vgl. LUND, Taf. I) In der Tat sollen nach LUND (p. 6) die Teilstücke von diesem Stadium aus mitunter in den Cystenzustand übergehen. Nach HARTMANN (1922 p. 367) reagierten die Versuchstiere überhaupt auf die Operation mit Encystierung, weshalb er *Bursaria* neben *Frontonia*, die die Operation nicht vertrug, zu den Formen zählt, die sich für Regenerationsversuche nicht eignen. Demgegenüber kann ich angeben, daß bei meinen Versuchen an *Bursaria* in keinem Falle das Versuchsobjekt mit Encystierung reagierte. Vielmehr trat nach dem zuletzt angegebenen Stadium eine Streckung des Teilstückes ein, wodurch es ovale Form annahm. Von dem schmäleren vorderen Ende aus erfolgte nun eine Eindellung, die sich in Form einer Rinne weiter nach hinten zog. Innerhalb derselben entstanden die neuen Membranellen in derselben Anordnung, wie sie früher für den hinteren Sprößling bei einer normalen Teilung angegeben wurden. Auf diesem Stadium war das Teilstück von einem solchen aus einer natürlichen Teilung hervorgegangenen nicht zu unterscheiden. Die weitere Ausbildung vollzog sich in derselben Art und Weise, wie sie früher für die Tochtertiere nach der Durchschnürung beschrieben wurde. Die Dauer des Regenerationsverlaufes währte bei diesen Teilstücken 7—9 Stunden. Sie richtet



Textfig. S. Teilstück 4 Stunden nach der Durchschneidung (Kugelform).

sich nach der Größe der Teilstücke, kann also auch rascher vor sich gehen. Die wiederhergestellten Tiere erschienen infolge des Mangels an Nahrungskörpern hell, durchsichtig und ließen daher den Macronucleus vollkommen erkennen. Innerhalb der nächsten 24 Stunden nach der Wiederherstellung hatten sich beide Tiere geteilt. Zahlreiche diesbezüglich angestellte Versuche führten immer wieder zu demselben Ergebnis. Nicht selten kam es vor, daß die wiederhergestellten Tiere Abweichungen im Verlauf ihrer Peristome aufwiesen (Textfig. T u. U), eine Erscheinung, die man mitunter auch bei normalen Tieren beobachten kann und worauf schon früher (S. 376) hingewiesen wurde. In einem Falle legte ein Regenerat noch ein zweites Peristom an, wobei das größere einen von einem normalen Mundapparat abweichenden Bau aufwies (Textfig. V).



Textfig. T. Textfig. U. Textfig. V.

Textfig. T u. U. Regenerate mit abweichendem Peristomverlauf.
Textfig. V. Regenerat (Heteromorphose).

Da sich die Peristombildung nach der Encystierung (nach Brauer) im Prinzip so verhält, wie bei einer Teilung, können wir zusammenfassend hervorheben, daß bei einer künstlichen Teilung in zwei nahezu gleich große Teilstücke sich die Peristomanlage und -ausbildung ebenso vollzieht, wie am hinteren Tochterindividuum einer natürlichen Teilung oder nach der Encystierung.

2. Querschnitte unterhalb des ventralen Ausschnittes und durch denselben. (Textfig. R.)

Wurden die Durchschneidungen so vorgenommen, daß durch Schnittführungen unterhalb des ventralen Ausschnittes oder in Höhe

desselben ungleich große Teilstücke entstanden, so vollzogen sich die Regenerationsvorgänge in jedem Teilstück in derselben Weise, wie sie vorhin beschrieben wurden. Ein Unterschied bestand in der Dauer des Regenerationsverlaufes. Je größer das Teilstück war, um so rascher vollzog sich die Wiederherstellung.

Bei einer Schnittführung in der bei b) angegebenen Richtung und Höhe (Textfig. R) erhält man in bezug auf ihre Größe erheblich verschiedene Teilstücke. Im vorderen größeren Teilstück war nahezu das ganze Peristom enthalten, das allerdings in seinem hinteren Teil eine nicht geringe Verletzung erfahren hatte. Das kleine hintere Teilstück enthielt bis auf einen geringen Rest der Peristomhöhle nichts vom alten Peristom. War der Schnitt so geführt, daß es auch vom Großkern nichts enthielt, so ging es nach kürzerer oder längerer Zeit zugrunde. Ich komme auf die Regenerationsfähigkeit kernloser Stücke noch zurück.

Im vorderen Teil traten zunächst auch Resorptionsvorgänge auf. Sie unterschieden sich aber von den vorhin beschriebenen und ähnelten denjenigen vor einer Teilung insofern, als eine vollkommene Rückbildung und damit zusammenhängend eine Kontraktion zur Kugel nicht stattfand. Ähnlich wie beim vorderen Tochtertier einer Teilung ein Rest der alten Peristomhöhle als Anlage für die neue erhalten bleibt, und die neue Membranellenzone schon angelegt wird, bevor die alte endgültig rückgebildet ist, greifen auch bei den vorliegenden Regenerationsvorgängen Rück- und Neubildungsprozesse derart ineinander, daß keine Lücke entsteht. Äußerlich ist dieses Verhalten auch daran zu erkennen, daß das Teilstück wohl ovale Form, niemals aber die einer Kugel annimmt.

Eine ähnliche Feststellung scheint auch Lund gemacht zu haben: „It seems to be true that larges pieces, for example anterior or posterior two-thirds, did not dedifferentiate as completely as the smaller pieces, for usually in the larger pieces traces of the oral apparatus never completely disappeared" (1917/18 p. 6).

Die Reihenfolge der Rück- und Neubildung der Peristomteile sowie ihr Entwicklungsverlauf entsprechen somit den betreffenden Prozessen im vorderen Teilsprößling einer natürlichen Teilung. Ein ähnliches Verhalten gibt auch Dembowska für *Stylonychia* bei der Regeneration des Peristoms im vorderen Teilstück, daß das Peristom des Muttertieres enthielt, an (1925 p. 191).

Ob aber während des Regenerationsverlaufs bei *Bursaria* das ganze Cilienkleid resorbiert und neu gebildet wird, so wie es von den *Hypotrichen* bekannt ist, läßt sich durch Beobachtungen am

lebenden Tier und an Totalpräparaten kaum feststellen. Erst Untersuchungen der Regenerate an Mikrotomschnitten könnten diese Frage klarstellen. Andererseits liegt aber auch kein Grund vor, die Erscheinungen an hypotrichen Infusorien für *Bursaria* nicht anzunehmen. Verschiedene Momente sprechen dafür. Die Tatsache, daß nicht nur ein Ersatz der fehlenden Peristomteile stattfindet, sondern auch die alten vorhandenen Membranellen resorbiert und durch neue ersetzt werden, läßt den Analogieschluß zu, daß dieselben Prozesse auch für die Cilien gelten. Eine andere Besetzung mit Cilien, wie wir sie auf dem ganzen rechten Rande des ventralen Ausschnittes und auf dem Septum vorfinden, wäre ohne Resorptions- und Neubildungsprozesse der Cilien gar nicht denkbar.

3. Entfernen eines Stückes ohne Peristomreste.

Durch Schnittführungen, wie sie in Textfig. R durch c^1 und c^2 angedeutet sind, erhielt ich Teilstücke ohne Reste des alten Peristoms. Dagegen verblieb ein Teil des Macronucleus in dem herausgeschnittenen Stück.

Die ersten Veränderungen waren dieselben wie die unter Abschnitt 1 beschriebenen Vorgänge. Nachdem das Teilstück Kugelgestalt angenommen hatte, verharrte es in diesem Stadium 11 Stunden. Nach 7 Stunden hatte der Rest des Großkerns bandförmige Gestalt angenommen, aber an Breitenausdehnung erheblich eingebüßt. Die im Teilstück enthaltenen Nahrungskörper wurden ausgestoßen. Im Entoplasma traten einige verhältnismäßig große Vakuolen auf, was man auch sonst bei den Regeneraten beobachten kann. Nach 11 Stunden hatte das Teilstück ovale Form angenommen und zeigte deutlich eine Eindellung als Anlage für das neue Peristom. Innerhalb der Anlage traten auch bald die jungen Membranellen auf. Die weitere Entwicklung nahm ihren gewöhnlichen Verlauf. Nach 16 Stunden war das Tier wiederhergestellt.

Durch andere Schnittführungen wurden ähnliche Teilstücke ohne Reste der alten Membranellenzone oder der übrigen Teile des Peristoms erzielt. Sie regenerierten stets dann zum vollständigen Tier, wenn sie Teile des Großkerns enthielten.

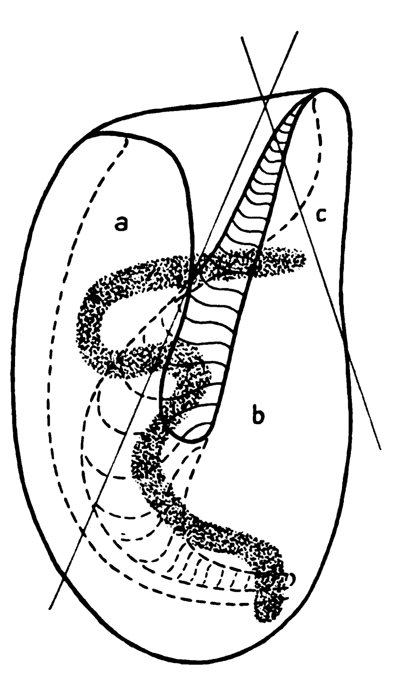
Aus diesen Versuchen erhellt, daß auch solche Teile zum vollständigen Tier regenerieren, die nichts vom alten Peristom enthalten, vorausgesetzt, daß Reste des Macronucleus vorhanden sind. Daß solche Teile erheblich längere Zeit zu ihrer Wiederherstellung brauchen, liegt in ihrer geringen Größe begründet.

4. Längsdurchschneidung und Durchtrennung in schiefer Richtung.

Sowohl bei Längsdurchschneidungen als auch bei Schnittführungen in schiefer Richtung (Textfig. R d u. e) trat typische Regeneration ein. In jedem Fall wurden die Reste vorhandener Organellen vollkommen resorbiert. Erst nach durchlaufenem Kugelstadium erfolgte nach der Streckung des Individuums die Neuanlage des Peristoms.

5. Zerteilung des Individuums in mehrere Teilstücke. (Textfig. W.)

Auch wenn die Tiere durch quer- oder schräg geführte Schnitte in mehr als zwei Teile zerlegt wurden, trat vollständige Regeneration ein, sobald das betreffende Stück Großkernsubstanzen enthielt. Im anderen Falle ging es nach kürzerer oder längerer Zeit zugrunde. Die Teilstücke a, b u. c in Textfig. W verhielten sich folgendermaßen. Das Teilstück a regenerierte innerhalb 14 Stunden zum normalen Tier. Teilstück b enthielt, wie aus Textfig. W hervorgeht, zwei getrennte Reste des Großkernes. Es wies nach 21 Stunden den ausgebildeten Zustand auf, wobei jeder Rest des Macronucleus zu einem vollständigen Großkern regeneriert war (Textfig. Y). Teil c ohne Großkernsubstanz löste sich 5 Stunden nach der Operation, nachdem es sich zur Kugel kontrahiert hatte, auf.



Textfig. W.
Schema der Schnittführungen (Zerlegen in mehrere Teilstücke).

Durch zwei Schnitte (Textfigur R f^1 u. f^2) erhielt ich ein Stück mit zwei getrennten Resten des Peristoms (1) und ein zweites mit dem übrigen Peristomrest (2). Beide Teilstücke enthielten Teile des Großkernes. Teilstück 2 kontrahierte sich sofort nach der Durchschneidung und nahm Kugelform an. Nach 20 Stunden war es wieder hergestellt und hatte Nahrung aufgenommen. Auch am Teilstück 1 fanden sofort Kontraktionen an der Wundfläche statt, die ein Zerfließen desselben verhinderten.

Die eigentümliche Form verhinderte indessen eine rasche Kontraktion zur Kugel. Nach 3½ Stunden wurde der untere lange Teil abgeschnürt. Das größere Stück war nach einer typischen Regeneration im Laufe von 20 Stunden wiederhergestellt. Am kleineren abgeschnürten Stück fand zunächst eine Rückbildung der noch vorhandenen Membranellen statt. Dann verharrte es 16 Stunden im Stadium der Kugelform, bis es sich auflöste. Im aufgelösten Plasma vor nichts vom Macronucleus zu bemerken.

6. Regeneration kernloser Stücke. (Textfig. R g.)

Die durch die Operationen erhaltenen, aus verschiedenen Körperteilen stammenden kernlosen Stücke, verhielten sich alle gleich. Sie lösten sich nach mehr oder weniger langer Zeit unter der bekannten Vakuolisierung des Entoplasmas auf. Wohl kam eine gewisse Regulation der äußeren Körpergestalt dadurch zustande, daß sich die Wundränder zusammenzogen, vorhandene Organellenreste resorbiert wurden, und die Teilstücke Kugelgestalt annahmen (Textfig. Z). In keinem Falle erfolgte aber eine Wiederherstellung. Nicht einmal die Anlage für ein neues Peristom konnte festgestellt werden. Wohl war es möglich, solche kernlosen Teilstücke bis über 60 Stunden am Leben zu erhalten. Wie weit hierbei die Kleinkerne eine Rolle spielen, ist schwer zu sagen. Bei der verhältnismäßig großen Zahl derselben und ihrer unregelmäßigen Verteilung (Textfig. G) ist es nicht nur möglich, sondern sogar höchst wahrscheinlich, daß mitunter derartige Teilstücke einen oder mehrere Micronuclei enthielten, auch wenn sie nichts vom Großkern mitbekamen. Die wirklichen Verhältnisse lassen sich am lebenden Tier infolge der Kleinheit der Gebilde nicht feststellen.

7. Abtrennung von Teilen ohne Verletzung des Macronucleus und des Peristoms.

Bei den eben beschriebenen Versuchen taucht die Frage auf: Wie verhielten sich die durch die verschiedenen Arten der Operation entstandenen Individuen, bei denen weder das Peristom noch der Großkern verletzt wurden? Derartige mitunter unabsichtlich erhaltenen Tiere, bekommt man auch durch Schnittführungen, wie sie in Textfig. R durch h^1 u. h^2 angegeben werden.

Diese Art der Operation bewirkte keinerlei Veränderung am Infusor, die als Regeneration zu bezeichnen wäre. Die Tiere nahmen unmittelbar nach erfolgter Abschneidung Nahrung zu sich. Auch war die Koordination der Bewegungen nicht gestört, denn die Tiere

rotierten nicht, was man sonst bei den Teilstücken beobachten konnte. Auch hier erfolgte eine Kontraktion der Wundränder, wodurch die verhältnismäßig kleine Wundfläche von der Ectoplasmaschicht im wesentlichen bedeckt wurde. Aus diesem Grunde ist es auch erklärlich, daß Cilien an der Schnittfläche zu beobachten waren. Um Neubildungen derselben handelt es sich hierbei aber nicht. Die operierten Tiere verhielten sich wie normale Individuen. Unter günstigen Bedingungen teilten sie sich im Laufe der nächsten 24 Stunden spontan, wodurch ein Ausgleich, der durch die Operation und die Kontraktion der Wundränder entstandenen Unebenheit, erfolgte.

c) Diskussion.

Aus den Untersuchungen geht erneut hervor, daß sich *Bursaria truncatella* für Regenerationsversuche gut eignet. Die Resorption und Neubildung des Peristoms bei künstlicher Teilung des Versuchstieres erfolgt auf dieselbe Art und Weise wie bei einer natürlichen Teilung oder nach der Encystierung. Ob eine vollkommene oder teilweise Resorption der Reste des alten noch vorhandenen Peristoms stattfindet und damit zusammenhängend die Bildung des neuen Mundapparates nach erfolgter Rückbildung eintritt oder mit ihr Hand in Hand geht, ist von der Größe des Teilstückes und dem von ihm enthaltenen Rest des alten Peristoms abhängig. Im allgemeinen tritt eine vollkommene Rückbildung der vorhandenen Organellenreste ein und damit zusammenhängend eine Abrundung des Teilstückes. Erst mit der Annahme einer ovalen Form setzt die Neubildung der fehlenden Organe ein. Der erste Fall tritt ein, wenn es sich lediglich um Verletzungen des Peristoms handelt, bzw. wenn nur geringe Teile abgetrennt werden.

Schon Balbiani gibt an, daß bei künstlicher Teilung eines Infusors ein neues Peristom auf die nämliche Art wie bei der normalen Teilung angelegt wird. Gruber (1886 p. 4) beobachtete, daß bei künstlich geteilten *Stentoren* am hinteren Teilsprößling die neue adorale Zone in der gleichen Weise gebildet wird wie im Verlauf der natürlichen Teilung. Schuberg (1891 p. 232) erweitert diese Angabe dahin, „daß sie sogar sich ganz in demselben Verhältnis zur Verästelungszone befindet wie die eines spontan sich teilenden Tieres“. Er zieht daraus den Schluß, „daß die Bildung neuer Organula auch im Infusorienkörper an bestimmte Regionen gebunden ist, ferner aber auch, daß die Neubildung durch Regeneration mit den auf natürlichem Wege entstehenden Neubildungen

dentisch ist". Auch die neueren Untersuchungen an hypotrichen Infusorien führten zu demselben Ergebnis (DEMBOWSKA 1925).

Aus den beschriebenen Versuchen ist ferner zu ersehen, daß durch die Regenerationsvorgänge kein bloßer Ersatz der fehlenden abgeschnittenen Teile erfolgt, sondern daß die Neubildung von Organellen erst nach vorangegangener Resorption der noch vorhandenen alten einsetzt. Mit dieser Feststellung bestätige ich die Ergebnisse der Untersuchungen von LUND (1917/18) an *Bursaria* sowie diejenigen von DEMBOWSKA (1925) an *Stylonychia*. Wahrscheinlich erfolgt auch ähnlich wie bei den hypotrichen Infusorien eine Resorption und Neubildung des gesamten Cilienkleides, was eine vollkommene Reorganisation des Individuums zur Folge hätte.

Die Versuche zeigen weiterhin, daß Reste des alten Peristoms auf die Möglichkeit einer Neubildung desselben keinen Einfluß ausüben; denn auch solche Teilstücke regenerierten zu vollständigen Tieren, die keinerlei Peristomreste besaßen. Solche Beobachtungen wurden wiederholt von früheren Autoren an anderen Infusorien gemacht. So kann das Hinterende von *Stentor* den fehlenden Vorderteil mit der kompliziert gebauten Mundspirale regenerieren (GRUBER). Auch die hinteren Teilstücke von *Stylonychia* bildeten neue Peristome, obwohl sie nichts vom alten enthielten (DEMBOWSKA).

In der Literatur über die Regeneration der Infusorien findet man wiederholt Angaben über Wiederherstellung von kernlosen Stücken (GRUBER, VERWORN, ISHIKAWA, PROWAZEK, SOKOLOFF). Es handelt sich dabei aber kaum um lebensfähige Wiederherstellung. PROWAZEK erhielt solche Individuen durch Operation an *Stentor*, der einer Wärmekultur entnommen war, ferner bei wiederholter Regeneration an einem Tier. Auch nach SOKOLOFF (1924) regenerierten kernlose Stücke von *Bursaria* bis zu einem gewissen Grade, wenn sie unmittelbar im Anschluß an Erwärmung operiert wurden. „Nach Ablauf von einiger Zeit vertauschten sie die kugelige Gestalt mit einer ovalen, bildeten ein Peristom und führten aktive Bewegungen aus" (p. 202). Die Lebensdauer dieser Regeneratoren war verschieden lang. Doch wurde keine vollkommene Wiederherstellung erzielt. Nach STEVENS (1903) können kernlose, dem Vorderteil von *Stentor* entnommene Bruchstücke ihr Peristom wiederaufbauen, während vom Hinterende stammende, ebenfalls kernlose Teile kein neues bilden. Wird von dem Peristom das aborale Ende abgetrennt, so entstehen neue Membranellen von der Schnittlinie aus. Sowohl nach LUND (1917/18) als auch nach meinen Feststellungen bezüglich der Membranellenbildung bei *Bursaria* erfolgt erst eine Resorption der

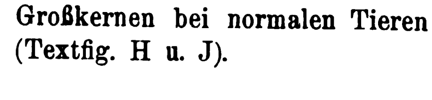
alten Membranellen bevor neue entstehen. Dasselbe gibt auch Dembowska (1925) für *Stylonychia* an.

Eine Regeneration kernloser Stücke wurde von mir in keinem Falle beobachtet. Dasselbe geht aus Lund's Angaben (1917/18) hervor: „Pieces without a part of the macronucleus never regenerate, but regeneration is possible in pieces which contain only a small part of the macronucleus“ (p. 6).

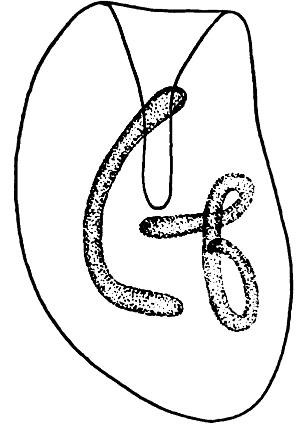
Im Gegensatz zu Dembowska, die den kernlosen Stücken von *Stylonychia* auch eine Resorptionsfähigkeit abspricht, kann ich angeben, daß bei *Bursaria* durch Rückbildung vorhandener Membranellen auch bei kernlosen Stücken eine gewisse Regulation eintrat (Textfig. Z).

Somit ist erneut die Bedeutung und die Notwendigkeit des Großkernes für die Regenerationsvorgänge festgestellt. Abgesehen davon, daß er für die Neubildungsprozesse selbst unerläßlich ist, wäre auch eine weitere Abwicklung der lebenswichtigen Funktionen nach erfolgter Wiederherstellung ohne Großkern unmöglich.

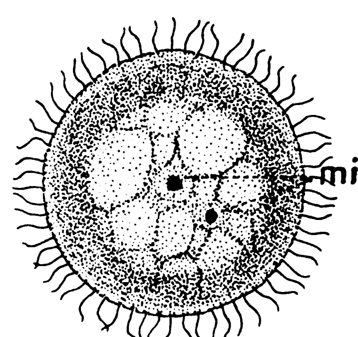
Aus den unter Abschnitt e) angeführten Versuchen erhellt ferner, daß Teilstücke mit zwei Großkernresten zu einem Individuum mit zwei vollständigen Kernen regenerierten (Textfig. Y). Wiederholte ähnliche Versuche führten zu demselben Ergebnis. Vielleicht haben wir hier eine Erklärung für das vereinzelte Vorkommen von zwei



Großkernen bei normalen Tieren (Textfig. H u. J).



Textfig. Y.



Textfig. Z.

Textfig. Y. Regenerat mit zwei Großkernen.
Textfig. Z. Kernloses Stück nach 7 Stunden.

Was die Bedeutung der Micronuclei für die Regenerationsvorgänge bei *Bursaria tr.* anlangt, so könnte das Vorhandensein von

Kleinkernen in Teilstücken mit Großkernresten, die stets zu einem vollständigen Tier regenerierten, gewisse Schlüsse auf den Einfluß derselben zulassen. Diese Möglichkeit wird auch von Lund (1917/18) in Erwägung gezogen. Daß indessen den Kleinkernen allein keine Bedeutung für die Wiederherstellung von *Bursaria tr.* zukommt, erhellt aus der Tatsache, daß bei großkernlosen Stücken in keinem Falle eine Regeneration erfolgte, obwohl auch bei solchen Teilstücken die Möglichkeit des Vorhandenseins von Kleinkernen sehr groß ist. Den wirklichen Beweis dafür ergeben fixierte Teilstücke, die des Macronucleus entbehren, an denen man aber ein oder mehrere Micronuclei beobachten kann (Textfig. Z).

Mit diesen Feststellungen ist erneut gezeigt, daß der Kleinkern für die Regenerationsprozesse der Infusorien wenig oder vielleicht gar keine Bedeutung hat. Schon Balbiani (1892)[1]) stellte fest, daß der Micronucleus sowohl für die Wiederherstellung als auch für die anderen Lebensprozesse überhaupt keine Rolle spiele. Auch Gruber (1886 p. 18) konnte keinen Einfluß entdecken, den die Micronuclei von *Stentor* auf die Regenerationsvorgänge auszuüben imstande wären. Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen über diese Frage bestätigen im allgemeinen die angeführte Ansicht, wenn auch andere Meinungen zum Ausdruck gebracht werden. So fand Stevens (1904 p. 37), daß bei gewissen Teilen von *Licnophora* keine Regeneration stattfand, wenn nicht außer einem Teil des Großkernes auch der Micronucleus vorhanden war. Obwohl Lewin (1911 p. 342) eine Vermehrung der Micronuclei in Teilstücken von *Stylonychia* festzustellen glaubte, lehnt er doch einen Einfluß derselben auf die Regenerationsvorgänge ab. Diese Ansicht wird von Hewitt (1914 p. 175) durch Untersuchungen an *Pleurotricha* bestätigt, wonach eine Vermehrung der Kleinkerne nicht stattfindet. Bei *Uronychia* konnte Young (1922) feststellen, daß die Kraft, verloren gegangene Teile zu ersetzen, nicht von dem Vorhandensein der Micronuclei abhängt: „In Uronychia it is clear that regeneration can and does take place under certain conditions without the presence of any micronucleus“ (p. 384). Doch erachtet er für eine vollkommene Wiederherstellung den Einfluß des Micronucleus als wesentlich, da Teilstücke ohne Kleinkerne zu anormalen Individuen regenerierten (p. 384). Nach Untersuchungen an *Spathidium* und *Blepharisma* hebt E. L. Moore (1924) hervor, daß die Kleinkerne auch indirekt keinen Einfluß auf die Regeneration ausüben, indem sie vielleicht einen neuen Macronucleus zu bilden

[1]) Nach Lewin 1911 p. 332 und Sokoloff 1924 p. 151.



imstande wären. „The micronucleus apparently plays no role in form regulation, although it is necessary for reproduction. It is evident, too, that it is unable under those conditions to give rise to a new macronucleus, although a priori such a possibility might not be inconceivable“ (p. 301).

Bei Abschneidung ohne Verletzung des Macronucleus oder des Peristoms erfolgt keine Regeneration. Die auf diese Weise operierten Tiere verhalten sich wie normale. Der Ausgleich der Unebenheiten an der verletzten Stelle durch die natürliche Teilung ist ein Beweis für die Regeneration des Ectoplasmas bei der Durchschnürung. Ähnliche Versuche hat Dembowska (1925) an *Stylonychia* angestellt, wobei Amputation einer oder mehrerer Caudalborsten (p. 194) sowie Entfernung von Plasmastücken ohne Cirren (p. 199) keine Regeneration bewirkten. Auf Grund ihrer Befunde spricht Dembowska die Ansicht aus, daß der Regenerationsreiz in einer Störung der Koordination des gesamten Organismus liege (p. 207). Da bei meinen Versuchen die erwähnten Eingriffe, welche keine Regeneration zur Folge hatten, auch keine Störung des physiologischen Gleichgewichts bewirkten, so sprechen sie für ihre Ansicht.

9. Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. a) *Bursaria truncatella* läßt sich das ganze Jahr über kultivieren, so daß man zu jeder Jahreszeit lebendes Material zur Verfügung haben kann.

b) Sie teilt sich bei günstigen Nahrungs- und Temperaturbedingungen innerhalb von 24 Stunden einmal und zwar zu allen Tages- und Nachtzeiten, vorzugsweise nachts.

c) Niedrige Temperatur und dauernde Dunkelheit veranlassen *Bursaria* zur Encystierung.

d) Reichliche Nahrung begünstigt die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Teilung. Hunger bringt sie nicht vollkommen zum Stillstand.

e) Teilungen können bei Tieren von sehr verschiedener Größe stattfinden.

2. Das Peristom, bestehend aus Peristomhöhle, Membranellenzone, Peristomband, Septum und Mundspalte, durchzieht in einer halben korkenzieherartigen Windung nahezu den ganzen Körper.

3. Die Basalkörperchen sind nicht die Endpunkte der inneren Teile der Cilien; von ihnen gehen nach innen sehr feine Fibrillen ab.



4. a) Die ersten sichtbaren Veränderungen vor der Teilung bestehen in der Rückbildung des alten Peristoms und der Kontraktion des Macronucleus.

b) Im vorderen Teilsprößling wird im Zusammenhang mit dem Peristom des Muttertieres ein neuer Mundapparat gebildet. Ein geringer Rest der alten Peristomhöhle bleibt als Anlage für die neue bestehen; die neue Membranellenzone entsteht in demselben Maße, wie die alte schwindet.

c) Das Peristom des hinteren Tochtertieres wird vom alten unabhängig neu angelegt.

d) Bei der Teilung von *Bursaria tr.* wird das ganze Wimperkleid der beiden Teilsprößlinge erneuert und die Alveolarschicht reorganisiert.

5. a) Die Anlage des Peristoms für jedes Tochtertier besteht in einer oberflächlich liegenden, wenig vertieften Rinne, deren rechter erhöhter Rand mit Cilien besetzt ist und auf deren linkem flachem Rand und Grund die Membranellen stehen.

b) Die Teilung des Großkerns erfolgt erst mit der endgültigen Durchschnürung des Körpers.

6. a) Die neue Peristomhöhle entsteht durch Einsenkung.

b) Das Septum wird sekundär durch Umwachsung des hinteren Teiles des rechten Randes der ursprünglich freien Peristomanlage gebildet.

c) Der gesamte Teilungsvorgang vom Auftreten der ersten sichtbaren Vorbereitungen bis zur Fähigkeit der Nahrungsaufnahme seitens der Tochtertiere nimmt 4—5 Stunden in Anspruch.

7. Das kompliziert gebaute Peristom von *Bursaria tr.* läßt sich auf Grund seiner Entwicklung auf einen ursprünglicheren Typus zurückführen.

8. a) Die Resorption und Neubildung des Peristoms bei einer künstlichen Teilung erfolgt auf dieselbe Art und Weise, wie bei der natürlichen oder nach der Encystierung.

b) Reste des alten Peristoms üben auf die Möglichkeit einer Neubildung desselben keinen Einfluß aus.

c) Teilstücke mit zwei getrennten nahezu gleichgroßen Resten des Macronucleus regenerieren zu einem Tier mit zwei Großkernen.

d) Großkernlose Teilstücke regenerieren nicht, auch wenn sie Micronuclei enthalten; es tritt nur eine Regulation dieser Teile durch Resorption vorhandener Organellenreste ein.

e) Bei Abtrennung von Teilen ohne Verletzung des Macronucleus und des Peristoms erfolgt keine Regeneration.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. E. Korschelt, der mir die Anregung zu diesen Untersuchungen gab, und mich in gütigster Weise durch seinen Rat unterstützte, bin ich zu tiefstem Danke verpflichtet. Auch den Assistenten des Instituts, Herrn Prof. Dr. C. Tönniges, Herrn Dr. K. v. Haffner und Herrn Dr. O. Mattes sage ich an dieser Stelle meinen Dank.

Literaturverzeichnis.

Die mit * versehenen Arbeiten waren mir nicht zugänglich.

Balbiani, E. S.: (1860a): Observations et expériences sur les phénomènes de la reproduction fissipare chez les infusoires ciliés. Compt. rend. T. 50.

*— (1860b): Du rôle des organes générateurs dans la division spontanée des infusoires ciliés. Journ. de la physiol. T. 3.

*— (1881/82): Les protozoaires. Leçons faites au collège de France. Journ. de Micrographie.

*— (1890): Étude sur le Loxode. Ann. Micrograph. T. 2 Vol. 2.

— (1891): Sur les régénérations successives du péristome etc. Zool. Anz. Jahrg. 14.

*— (1892): Nouvelles recherches expérimentales sur la mérotomie des Infusoires ciliés. Ann. de Micrograph. T. 4.

Becher, S. (1921): Untersuchungen über Echtfärbung der Zellkerne. Berlin.

Blochmann, F. (1895): Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. Abteilung I: Protozoen. Hamburg, 2. Aufl.

Born, G. (1883): Die Plattenmodelliermethode. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 22.

— (1888): Noch einmal die Plattenmodelliermethode. Zeitschr. f. wiss. Mikr. Bd. 5.

Bozler, E.: (1924): Über die Morphologie der Ernährungsorganellen und die Physiologie der Nahrungsaufnahme bei Paramaecium caudatum. Arch. f. Protistenk. Bd. 49.

Rrauer, A. (1885): Bursaria truncatella unter Berücksichtigung anderer Heterotrichen und der Vorticellinen. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 19.

Bütschli, O. (1876a): Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle, die Zellteilung und die Conjugation der Infusorien. Abhandl. d. Senckenb. Naturforsch. Ges. Bd. 10.

— (1876b): Über die Entstehung des Schwärmsprößlings der Podophrya quadripartia. Jen. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 10.

— (1887/89): Infusorien. in: Bronn's Klassen u. Ordn. des Tierreichs. Leipzig.

Calkins, G. N. (1911a): Effects produced by cutting Paramaecium cells. Biol. Bull. Vol. 21.

— (1911b): Regeneration and cell division in Uronychia. The Journ. Exper. Zool. Vol. 10.

Dembowska, W. S. (1925): Studien über die Regeneration von Stylonychia mytilus. Arch. f. mikr. Anat. u. Entwicklungsmech. Bd. 104.

Doflein, F.: (1916): Protozoenkunde. Jena, 4. Aufl.

Dogiel, V. (1925): Die Geschlechtsprozesse bei Infusorien (speziell bei den Ophryoscoleciden). Arch. f. Protistenk. Bd. 50.

Eberlein, R. (1895): Über die im Wiederkäuermagen vorkommenden ciliaten Infusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 59.

Engelmann, Th. W. (1876): Über Entwicklung und Fortpflanzung von Infusorien. Morph. Jahrb. Bd. 1.

— (1880): Zur Anatomie und Physiologie der Flimmerzellen. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 23.

Erhard, H. (1910): Studien über Flimmerzellen. Arch. f. Zellforsch. Bd. 4.

*Fabre-Domergue, P. (1890): Matériaux pour servir à l'histoire des Infus. ciliés. Ann. Micr. Paris T. 5 Vol. 3.

Frenzel, F. (1886): Zum feineren Bau des Wimperapparates. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 28.

Goldschmidt, R. (1905): Die Chromidien der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 5.

— (1910): Das Skelett der Muskelzelle von Ascaris nebst Bemerkungen über den Chromidialapparat der Metazoenzelle. Arch. f. Zellforschung. Bd. 4.

Gruber, A. (1884): Über Kern und Kernteilung bei Protozoen. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 40.

— (1885): Über künstliche Teilung bei Infusorien. Biol. Zentralbl. Bd. 4.

— (1885/86): Über künstliche Teilung bei Infusorien. Ibid. Bd. 5.

— (1886): Beiträge zur Kenntnis der Physiologie und Biologie der Protozoen. Ber. d. naturf. Ges. Freiburg i. B. Bd. 1 H. 2.

Günther, A. (1899): Untersuchungen über die im Magen unserer Hauswiederkäuer vorkommenden Wimperinfusorien. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 65.

Hamburger, C. (1903): Beiträge zur Kenntnis von Trachelius ovum. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.

Hartmann, M. (1922): Über den dauernden Ersatz der ungeschlechtlichen Fortpflanzung durch fortgesetzte Regeneration. Biol. Zentralbl. Bd. 42.

Heidenhain, M. (1899): Beiträge zur Aufklärung des wahren Wesens der faserförmigen Differenzierungen. Anat. Anz. Bd. 16.

— (1907): Plasma und Zelle. I. Jena.

— (1911): Plasma und Zelle. II. Jena.

Hertwig, Richard (1877): Über den Bau und die Entwicklung der Spirochona gemmipara. Jena. Zeitschr. f. Naturw. Bd. 11.

— (1889): Über die Conjugation der Infusorien. Abhandl. d. bayr. Akad. d. Wiss. Bd. 17.

— (1903): Über Korrelation von Zell- und Kerngröße. Biol. Zentralbl. Bd. 23.

— (1924): Lehrbuch der Zoologie. 14. Aufl.

Hewitt, J. H. (1914): Regeneration of Pleurotricha after Merotomy with Reference Especially to the number of Micronuclei and the occurrence of Uninucleate Cells. Biol. Bull. Bd. 27.

Ikeda, R. (1906): Über das Epithel im Nebenhoden des Menschen. Anat. Anz. Bd. 29.

Ishikawa, H. (1913): Wundheilungs- und Regenerationsvorgänge bei Infusorien. Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. 35.

Johnson, P. (1893): Morphology and biology of the Stentor. Journ. of Morph. Vol. 8.

Jordan, H. E. and Helvestine, F. jr. (1923): Ciliogenesis in the epididymis of the white rat. Anatomical Record Vol. 25.

Kastschenko, N. (1886): Methode zur genauen Rekonstruktion kleiner mikroskopischer Gegenstände. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch.

Khainsky, S. (1911): Zur Morphologie und Physiologie einiger Infusorien (Paramaecium caudatum). Arch. f. Protistenk. Bd. 21.

Kölsch, K. (1902): Untersuchungen über die Zerfließungserscheinungen der ciliaten Infusorien. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. 16.

Korschelt, E. (1889): Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkernes. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog., Bd. 4.

Korschelt, E. u. Heider, K. (1902): Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Allgem. Teil. Jena, 1. u. 2. Aufl.

Korschelt, E. (1907): Regeneration und Transplantation. Jena.

Lang, A. (1913): Handbuch der Morphologie der wirbellosen Tiere. I. Bd.: Protozoen. Jena.

Lewin, K. R. (1911): The behavior of the infusorian micronucleus in regeneration. Roy. Soc. Proc., Ser. B Vol. 84.

— (1910/12): Nuclear relations of Paramaecium caudatum during the asexual period. Camb. Phil. Soc. Proc. Vol. 16.

Lillie, F. E. (1896): On the smallest parts of Stentor capable of regeneration. Journ. of Morph. Vol. 12.

Lund, E. J. (1914 a): The relations of Bursaria to food. I. Journ. of Exper. Zool. Vol. 16.

— (1914 b): The relations of Bursaria to food. II. Ibid. Vol. 17.

— (1917/18): Reversibility of morphogenetic processes in Bursaria. Ibid. Vol. 24.

Maier, H. N. (1903): Über den feineren Bau der Wimperapparate der Infusorien. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.

Maupas, E. (1888): Recherches expérimentales sur la multiplication des infusoires ciliés. Arch. d. zool. exp. et gén. (2. série).

Meves, Fr. (1907): Über Mitochondrien bzw. Chondriokonten in den Zellen junger Embryonen. Anat. Anz. Bd. 31.

— (1908): Die Chondriosomen als Träger erblicher Anlagen usw. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 72.

Möbius, K. (1888): Bruchstücke einer Infusorienfauna der Kieler Bucht. Arch. f. Naturgesch. Jahrg. 54, V.

Moore, L. E. (1924): Regeneration at various phases in the life-history of Spathidium spathula and Blepharisma undulans. Journ. of exp. Zool. Vol. 39.

Neresheimer, E. (1903): Über die Höhe histologischer Differenzierung bei heterotrichen Ciliaten. Arch. f. Protistenk. Bd. 2.

Nierenstein, M. (1920): Über das Wesen der Vitalfärbung. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 179.

Norman, J. R. (1923): Methods and Technique of reconstruction. Journ. of the Roy. Micr. Soc.

Nussbaum, M. (1886): Über die Teilbarkeit der lebenden Materie. I. Über spontane und künstliche Teilung der Infusorien. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 26.

Peter, K. (1906): Die Methoden der Rekonstruktion. Jena.

Plate, L. (1886): Untersuchungen einiger an den Kiemenblättern des Gammarus pulex lebender Ectoparasiten. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 43.

v. Prowazek, S. (1898): Vitalfärbungen mit Neutralrot an Protozoen. Ibid. Bd. 63.

— (1899): Protozoenstudien: Bursaria truncatella und ihre Conjugation. Arb. a. d. zool. Inst. d. Universität Wien.

— (1904 a): Beitrag zur Kenntnis der Regeneration und Biologie der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 3.

— (1904 b): Die Encystierung bei Dileptus. Ibid. Bd. 3.

— (1904 c): Degenerative Hyperregeneration bei Protozoen. Ibid. Bd. 3.



Rényi, G. (1924): Untersuchungen über Flimmerzellen. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. 73.

Saguchi, S. (1917): Studies on ciliated cells. Journ. Morph. Bd. 29.

Schewiakoff, W. (1889): Beiträge zur Kenntnis der holotrichen Ciliaten. Biblioth. Zool. Heft 5.

Schmidt, W. F. (1921): Untersuchungen über Bau und Lebenserscheinungen von Bursella spumosa, einem neuen Ciliaten. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 95.

Schuberg, A. (1886): Über den Bau der Bursaria truncatella. Morph. Jahrb. Bd. 12.

— (1888): Die Protozoen des Wiederkäuermagens. Zool. Jahrb. Bd. 3.

— (1891a): Zur Kenntnis von Stentor coeruleus. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. 4.

— (1891b): Über Organisationsverhältnisse der Infusorien des Wiederkäuermagens. Sitz.-Ber. d. Physikal.-Med. Ges. zu Würzburg.

— (1899): Zur Kenntnis des Teilungsvorganges bei Euplotes patella. Verhandl. d. naturwiss.-med. Vereins zu Heidelberg Bd. 6.

Sokoloff, Boris (1923): Hunger and regeneration. Journ. of the Roy. Micr. Soc.

— (1924): Das Regenerationsproblem bei Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 47.

Stein, S. (1854): Die Infusionstiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht. Leipzig.

— (1859): Der Organismus der Infusorien. I. Abt. Leipzig.

— (1867): Der Organismus der Infusorien. II. Abt. Leipzig.

Stevens, N. M. (1903): Notes on regeneration in Stentor coeruleus. Arch. f. Entwicklungsmech. Bd. 16.

— (1904): Further studies on the Ciliate Infusoria, Licnophora and Boveria. Arch. f. Protistenk. Bd. 3.

Thon, K. (1905): Über den feineren Bau von Didinium nasutum. Ibid. Bd. 5.

Tönniges, C. (1914): Die Trichocysten von Frontonia leucas und ihr chromidialer Ursprung. Ibid. Bd. 32.

— (1919): Weitere Mitteilungen über die feineren Bauverhältnisse und über die Fortpflanzung von Opalina ranarum. Sitz.-Ber. d. Ges. zur Beförderung d. ges. Naturwiss. zu Marburg Nr. 6.

v. Tschermak, A. (1924): Allgemeine Physiologie. Bd. 1. Berlin.

* Wallengren, H. (1895): Studier öfver ciliata Infusorier II. u. IV. Lunds. Univ. Arskrift Vol. 6.

— (1901): Neubildungs- und Resorptionsprozesse bei der Teilung der hypotrichen Infusorien. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ont., Bd. 15.

— (1902): Inanitionserscheinungen der Zelle. Untersuchungen an Protozoen. Zeitschrift f. allgem. Physiol. Bd. 1.

Young, D. B. (1922): A contribution to the morphology and physiology of the genus Uronychia. Journ. of exp. Zool. Vol. 36.

Tafelerklärung.

Tafel 17—22.

Für alle Figuren gültige Bezeichnungen:

amz = alte Membranellenzone, ap = altes Peristom in Rückbildung, aph = alte Peristomhöhle, mz = Membranellenzone, nmz[1] und nmz[2] = neue Membranellenzonen, np = Anlage für das neue Peristom, nph = Anlage für die neue Peristomhöhle, p = Peristom, pw = Peristomwinkel, qub = Querband, va = ventraler Ausschnitt.

Die übrigen Abkürzungen wie in den Textfiguren.

Vergrößerungen: Fig. 1 = $^2/_3$ · ca. 560, Fig. 2—7 = $^4/_5$ · ca. 320, Fig. 8—24 = $^4/_5$ · ca. 560.

Tafel 17.

Fig. 1. *Bursaria truncatella* von der Ventralseite aus gesehen.

Fig. 2—5. *Bursaria* in Teilung.

Fig. 2. Rückbildung des Peristoms, beginnende Kontraktion des Macronucleus.

Fig. 3. Anlagen des neuen Peristoms für die Tochtertiere, der kontrahierte Großkern.

Tafel 18.

Fig. 4. Längsstreckung des Tieres und des Kernes vor der Einschnürung.

Fig. 5 unmittelbar vor der Durchschnürung.

Tafel 19.

Fig. 6 u. 7. *Bursaria* nach der Durchschnürung.

Fig. 6. Ein Tochtertier 10 Minuten nach der Durchschnürung (beginnende Einsenkung des Peristoms).

Fig. 7. $1^1/_2$ Stunde nach der Durchschnürung (Ausbildung des Peristoms).

Fig. 8. Querschnitt durch den vorderen Teil eines wie in Fig. 2 dargestellten Stadiums (Einschmelzung der Peristomhöhle). en = das vordringende Entoplasma, zur Ausfüllung der Peristomhöhle.

Fig. 9. Querschnitt durch den hinteren Teil eines frühen Stadiums der Vorbereitung zur Teilung (das in Rückbildung begriffene alte Peristom und die Anlage des neuen für das zweite Tochtertier).

Tafel 20.

Fig. 10. Querschnitt durch den vorderen Teilsprößling (Stadium wie Fig. 3).

Fig. 11. Querschnitt durch die Mitte (unmittelbar vor dem Peristomwinkel) eines wie in Fig. 3 dargestellten Stadiums. (Das in Rückbildung begriffene alte Peristom.)

Fig. 12. Querschnitt in derselben Höhe durch ein späteres als in Fig. 11 dargestellten Stadiums.

Fig. 13. Querschnitt in derselben Höhe. (Stadium später als Fig. 12.)

Fig. 14. Querschnitt in Höhe des membranellenfreien Teiles zwischen den beiden neuen adoralen Zonen. (Stadium wie Fig. 12.)

Fig. 15. Querschnitt durch den vorderen Teil eines Teilsprößlings. (Stadium wie Fig. 5.)

Tafel 21.

Fig. 16. Querschnitt durch die Mitte eines Teilsprößlings. (Stadium wie Fig. 5.)

Fig. 17. Querschnitt in Höhe der Teilungsebene. (Stadium wie Fig. 5.)

Fig. 18. Querschnitt durch ein Tochtertier unmittelbar nach der Durchschnürung.

Fig. 19. Querschnitt durch den vorderen Teil eines Tochtertieres. (Stadium wie Fig. 6.)

Fig. 20. Querschnitt durch den hinteren Teil desselben Tochtertieres.

Tafel 22.

Fig. 21—24. Ausgewählte Schnitte einer Querschnittserie durch ein Tochtertier von vorn nach hinten. (Stadium wie Fig. 7.)

Fig. 21. Querschnitt durch den vorderen Teil.

Fig. 22. Querschnitt in Höhe der Mitte des ventralen Ausschnittes.

Fig. 23. Querschnitt unmittelbar vor dem Peristomwinkel.

Fig. 24. Der auf Fig. 23 unmittelbar folgende Schnitt.

(Aus dem anatomisch-biologischen Institut der Universität Berlin.)

Microsporidien aus Tipulidenlarven.
(*Nosema binucleatum* n. sp., *Thelohania tipulae* n. sp.)

Von
Richard Weissenberg.

(Hierzu 2 Textfiguren und Tafel 23—25.)

I. *Nosema binucleatum* n. sp. aus *Tipula gigantea.*

A. Einleitung.

Herr Geheimrat G. W. MÜLLER (Greifswald) hatte 1912 die Güte, mich auf eine Protozoeninfektion von Tipulidenlarven aufmerksam zu machen. An der Larve der größten europäischen Schnakenmücke *Tipula gigantea* waren ihm durch die Hypodermis durchschimmernde weißliche Herde aufgefallen. Er fand sie des öfteren an in Locarno (Südschweiz) gesammeltem Material. An übersandten Exemplaren konnte ich leicht feststellen, daß es sich um Cysten eines parasitischen Protozoons handelt. Nach dem Aussehen der Sporen war eine Microsporidie zu vermuten. Ich habe mich seitdem für den *Tipula*-Parasiten interessiert und versucht, seine Entwicklung und seine Stellung im System aufzuklären. Im Frühjahr und Herbst 1913 habe ich ein größeres Material infizierter Tipulidenlarven in Locarno selbst gesammelt, nachdem Herr Geheimrat G. W. MÜLLER als erfahrener Kenner der Biologie der Larven mich an Ort und Stelle mit ihrer versteckten Lebensweise und der Sammeltechnik vertraut gemacht hatte. Der Ausbruch des Krieges und die Inanspruchnahme durch andere Themata verzögerte lange Jahre die



abschließende Bearbeitung des 1913 gesammelten Materiales. Nur selten bot sich mir in den letzten 10 Jahren im deutschen Mittelgebirge Gelegenheit, Larven von *Tipula gigantea* zu finden. Erst auf einer Reise nach Südtirol im Herbst 1925 fand ich bei Bozen ähnlich ergiebige Fundorte wie seinerzeit in Locarno am Lago maggiore und konnte mich reichlich mit lebendem Material versehen. So ist es mir zurzeit möglich die Bearbeitung des Themas zu einem gewissen Abschluß zu bringen.

B. Lebensweise und Aufzucht der Larven von *Tipula gigantea*.

Die Lebensweise der Larve ist eine so verborgene, daß es auch für Zoologen nicht leicht ist, die Larve trotz der beträchtlichen Größe, die sie erreichen kann, zu finden. Einige genaue Hinweise sind daher hier angezeigt. Die Larve kommt dort vor, wo klare Rinnsale über Kies und Steingrund fließen und abgefallenes braunes Laub sich befindet, das ihr zur Nahrung dient. In Locarno waren es an den Fundstellen Edelkastanien, deren abfallende Blätter in von den Bergen kommende Wasserrinnen hineingerieten. Nur nach Regenfällen machten die Rinnen den Eindruck kleiner Bäche, bei trocknem Wetter sickerten sie mit nur wenig Wasser herab. Wenn man hier flache Steine an den Rändern der Wasserrinne umdreht, so kann man ziemlich sicher sein, zwischen Stein und Kiesgrund eine Larve von *Tipula gigantea* zu finden. Im Herbst (Anfang Oktober) haben dieselben im kontrahierten Zustande eine Länge von 1,5—2 cm, im gestreckten Zustand von 3—4 cm und eine Breite von 0,25 cm. Im Frühjahr (März) haben sie Dimensionen von 5 bis 6 cm Länge (in gestrecktem Zustande) und 0,5—0,6 cm Breite erreicht. Trotz dieser nicht unbeträchtlichen Größe wird man die Larven zunächst sehr leicht übersehen, weil sie in Form und schwarzbrauner Farbe Aststückchen gleichen, zunächst unbeweglich bleiben und sich von den dunklen Steinen und braunen Blättern optisch nur wenig abheben. In Fig. 1 sind junge Herbstlarven bei etwa doppelter Vergrößerung photographisch aufgenommen. Das kleinere Exemplar entspricht bei dieser Vergrößerung etwa den Dimensionen eines ausgewachsenen Tieres. Man kann in der Abbildung die segmentale Gliederung deutlich erkennen. Das Kopfende (o) der beiden Larven ist nach oben, das Schwanzende nach unten orientiert. An der Konfiguration des Schwanzendes kann man erkennen, daß man bei beiden Larven auf die Ventralseite sieht. Für diese sind 6 heller gefärbte Kiemenschläuche (k) charakteristisch, die ausgestreckt werden, sobald die Larve sich unter Wasser befindet.

In Fig. 2 sind diese Schläuche bei stärkerer Vergrößerung besser zu erkennen. Hier sieht man auch in der Mitte zwischen den Kiemen die Parasitencysten als weiße Pünktchen durch die Haut durchschimmern (c). Dieser Befund ist jedoch eine Ausnahme. Meist ist die Infektion bei der äußeren Betrachtung noch nicht zu erkennen. Bei der Ansicht von dorsal her (Fig. 3) sieht man die charakteristischen 6 Spitzen der Sternfigur des abgestutzten Schwanzendes und zwischen ihnen die beiden mächtigen Tracheenmündungen (Stigmen) st.

Unter ganz ähnlichen Lebensbedingungen wie bei Locarno habe ich die Larven von *Tipula gigantea* auch bei Bozen reichlich gefunden. Ebenso habe ich sie im Thüringer Wald bei Eisenach und in der sächsischen Schweiz bei Wehlen nicht vergeblich gesucht. Die Blätter der Edelkastanien wurden hier durch das abgefallene Herbstlaub anderer Bäume vertreten. Auch in der Ebene kommen die Larven, wenn auch seltener, vor. So konnte ich einige Exemplare auch aus der Nähe von Greifswald von Herrn Geheimrat Müller erhalten, wo sie, wie Gerbig 1913 angibt, in einem Mühlbach auf Steinblöcken unter dichtem Moose gefunden wurden.

Die Infektion mit dem sogleich näher zu beschreibenden Parasiten ist eine sehr häufige. In Locarno habe ich jede Larve, die ich untersuchte, infiziert gefunden. Ebenso erwiesen sich in dem Bozener Material gleich die ersten Tiere, die ich präparierte, als infiziert. Von den bei Greifswald und in Thüringen gesammelten Tieren waren einige Exemplare von dem gleichen Parasiten befallen, die übrigen waren im frisch gefangenen Zustande frei von der Infektion. In der sächsischen Schweiz habe ich bei Wehlen nur ein einziges Exemplar gefunden. Dieses aber war von dem gleichen Parasiten infiziert.

Es ist nicht schwierig, die Larven von *Tipula gigantea* in Gefangenschaft zu halten. Herrn Geheimrat Müller verdanke ich die Kenntnis einer sehr praktischen Methode, die auf der Reise gesammelten Larven zu transportieren. Sie besteht darin, daß die Larven beim Fang mit dem ihnen zur Nahrung dienenden braunen Laube in Beutel aus Sackleinwand gebracht werden. Täglich wird in die Beutel Wasser gegossen, das aus den aufgehängten Beuteln allmählich abtropft. Nach einigen Tagen müssen die Blattreste und die Larven in einer Schale mit Wasser abgespült werden, um die Kotreste zu entfernen. Im Laboratorium habe ich die Larven in mit Zink ausgeschlagenen Raupenkästen gehalten, deren Boden mit Kies belegt wurde. Auf den Kies kamen die Blätter und das Ganze

wurde mit Wasser überschichtet, das aber nur etwa 2 cm hoch über dem Kies stand, so daß die obersten Blätter nicht ganz vom Wasser bedeckt waren. Einen zu hohen Wasserstand muß man vermeiden. Sind die Larven verhindert an die Oberfläche zu kommen und wird dann nicht gleichzeitig für Durchlüftung des Wassers gesorgt, so sterben sie durch Erstickung. Als Futterlaub habe ich in Berlin abgefallene braune Blätter der deutschen Kastanie verwendet und damit auch Tiere aus der Südschweiz und Südtirol monatelang am Leben erhalten und zum Wachstum gebracht. Sie fressen die Blätter bis auf die Rispen auf. Das Wasser in den Raupenkästen wurde etwa alle Wochen erneuert und dabei auch die Futterblätter vom Larvenkot durch Abspülen befreit.

C. Die Parasitencysten und ihre Lage im Wirtskörper.

Nur ausnahmsweise läßt sich die Infektion der Larven bereits bei der äußeren Betrachtung mit der Lupe erkennen. Es ist dies der Fall bei der in Fig. 2 abgebildeten Larve. Hier schimmern zwischen den Kiemen die Parasitencysten als weiße Punkte durch die Haut durch. Schnitte ergeben, daß in einem solchen Exemplar in den Spalten zwischen den Organen an den verschiedensten Stellen Cysten liegen, die offenbar mit der Hämolymphe dorthin geschwemmt sind.

Wie gesagt, handelt es sich hier um Ausnahmefälle. In der Regel haben die Parasitencysten lediglich in der Wand des Mitteldarms ihren Sitz. Bei der äußeren Betrachtung der Larve sind sie daher noch nicht sichtbar. Tötet man eine Larve durch Chloroformdämpfe und schneidet sie an, so quillt aus der Wunde der Mitteldarm hervor, der von den verschluckten braunen Blattteilchen strotzend erfüllt ist und daher einen prallen cylindrischen Schlauch von brauner Farbe darstellt. An seinem oralen Ende befinden sich vier Blindschläuche, von denen in dem in Fig. 4 dargestellten Präparat eines auspräparierten und in Formalin konservierten Mitteldarms drei sichtbar sind (b). Wie diese Abbildung von einem reich infizierten Fall zeigt, heben sich die Parasitencysten als kreideweiße Fleckchen aufs deutlichste von ihrem dunklen Untergrunde ab (c). Es gilt dies natürlich nur für sporenerfüllte Cysten. Cysten, die jüngere membranlose Stadien enthalten, sind erst mit dem Mikroskop zu entdecken. An dem in Fig. 4 bei Lupenvergrößerung dargestellten Präparat erkennt man bereits, daß die Cysten verschieden groß sind. Abgesehen von den jüngsten später zu beschreibenden Cysten variiert ihre Größe im Flächenbild zwischen

40 × 40 und 120 × 120 μ. Ausnahmsweise werden Dimensionen von 170 × 170 μ oder sogar 230 × 200 μ erreicht. Aus Durchschnitten geht hervor, daß der Höhendurchmesser meist etwas geringer ist als die Ausdehnung in der Fläche. Kehren wir zu dem in Fig. 4 abgebildeten Präparat zurück, so erkennt man an diesem neben den Cysten noch in zarten hellen Linien eine Andeutung des Verlaufs der Darmmuskulatur (m), die aus sich kreuzenden inneren Ring- und äußeren Längsmuskelzügen besteht und sieht ferner einige sich verästelnde Tracheen (t), die an den Mitteldarm herantreten. Der Gürtel des Mitteldarms, der unmittelbar caudalwärts von den Blindschläuchen gelegen ist, muß als die Prädilektionsstelle für den Sitz der Cysten bezeichnet werden. An dem Locarnomaterial fand ich hier stets sporenerfüllte Cysten oder konnte an Quetschpräparaten der Darmwand hier jüngere noch durchsichtige Cysten auffinden.

Über die Lage der Cysten in der Darmwand orientiert man sich natürlich am besten an Querschnitten durch den Darm. Zunächst sei an der Hand von Fig. 5 das Querschnittsbild beschrieben, das eine nicht infizierte Stelle des Mitteldarms darbietet. Man sieht, daß der Mitteldarm mit einer Schicht hoher Cylinderepithelzellen ausgekleidet ist, die nach dem Lumen zu eine breite Cuticula (v) tragen. An ihrer Basis fassen sie kegelförmige Zellen mit kleinerem Kern (z) zwischen sich, die mit ihrem geringen Höhendurchmesser nicht bis an das Lumen reichen. Wahrscheinlich sind sie als Ersatzzellen aufzufassen. Ihr Plasma färbt sich bisweilen dunkler als das der hohen Cylinderepithelzellen, bisweilen ist es bei mittlerer Vergrößerung vom Zelleib der letzteren noch nicht abzugrenzen. Unter dem Epithel folgt der Teil der Darmwand, der von Grassi (1901) für den Mitteldarm der Malariamücke unter dem Namen Tunica elastico-muscularis zusammengefaßt worden ist. Grassi versteht darunter eine „amorphe“ Grundsubstanzschicht von elastischem Verhalten, in die Muskelfasern eingelagert sind. Bei *Tipula gigantea* finde ich unter dem Epithel zunächst ein elastisches Fasernetz, dessen Maschen im Querschnittsbild nur als Pünktchen erscheinen (e). Dann folgen der Länge nach getroffene Ringsmuskelzüge (r). Weiter nach außen sind in Fig. 5 drei Längsmuskelfasern (l) im Querschnitt getroffen. Als Abschluß gegen die Leibeshöhle findet sich eine Membranlinie. Der Raum unter ihr und zwischen den Längsmuskeln erscheint in Fig. 5 zum Teil als Spaltraum, in den einige Leucocyten (w) eingelagert sind. Dieser Befund steht offenbar damit in Zusammenhang, daß der Schnitt nicht weit von einem größeren Infektionsherd entfernt liegt. An pathologisch nicht veränderten

Darmstellen jüngerer Larven erscheint dieser Raum völlig von einer homogenen Grundsubstanz ausgefüllt. Das in Fig. 5 im Querschnitt getroffene Rohr (t) ist eine Trachee.

Bei schwächerer Vergrößerung ist in Fig. 6 ein entsprechender Querschnitt durch ein infiziertes Mitteldarmstück abgebildet. Die Parasitenherde stellen sich hier als von einer dünnen Cystenmembran umschlossene Bläschen (a, b, c) dar, die reichlich die Keime des Parasiten enthalten. Man sieht deutlich, daß sie zwischen den im Präparat quer getroffenen Längsmuskelfasern (l) in die Grundsubstanzschicht eingelagert sind. Diese erscheint in dem vorliegenden Präparat an cystenfreien Stellen so bei g von zahlreichen Vakuolen und Spalten durchsetzt, so daß ihr Querschnittsbild hier an ein Netzwerk erinnert. Wie noch genauer gezeigt werden wird, scheinen die Cysten nichts anderes als mit Flüssigkeit und Parasitenkeimen erfüllte Vakuolen der Grundsubstanz darzustellen, die sich in ihrer Umgebung zur Cystenmembran verdichtet. Die Cystenmembranen stellen sich bei der Untersuchung mit starker Vergrößerung als homogene $0{,}5-0{,}75\ \mu$ dicke Membranen dar, die genau das gleiche färberische Verhalten wie die Grundsubstanz aufweisen.

Prinzipiell wichtig erscheint der Umstand, daß in der Grundsubstanz außer den Zellen von Tracheenkapillaren und gelegentlich einigen ihre Spalten durchwandernden Phagocyten keine Zellen angetroffen werden. Es stimmt das völlig mit den Ergebnissen von LAZARENKO überein, zu denen dieser Histologe in einer gründlichen Studie 1925 generell für das Stützgewebe der Insekten gelangt ist. Nach LAZARENKO tritt das Stützgewebe der Insekten teils in Form von Fasernetzen, teils in Gestalt strukturloser Membranen auf. Beide Gebilde werden nach ihren morphologischen Charakteren den elastischen Elementen der Wirbeltiere verglichen. Die Membranen bestehen aus einer homogenen Grundsubstanz und sind im ausgebildeten Insektenkörper völlig zellenlos. Die Bildungszellen, die ein Syncytium darstellten, sind mit ihrem undifferenzierten Plasmarest und dem Kern gänzlich zugrunde gegangen.

Da ich auch bei noch nicht ausgewachsenen *Tipula*-Larven bereits die Grundsubstanz zwischen den Längsmuskelfasern des Darmes völlig zellenlos aber in relativ dicker Schicht finde, so vermute ich, daß bei dem Wachstum des Darmes keine Neubildung, sondern lediglich eine Dehnung und Aufblätterung der Grundsubstanzlage stattfindet. Die Spalträume, die sich in der Grundsubstanzschicht älterer Larven finden, kommunizieren mit der Hämolymphe der Leibeshöhle, so daß von dort aus Phagocyten einwandern können.

Sehr zierliche Präparate der die Cysten enthaltenden Tunica elastico-muscularis kann man nach folgender Methode herstellen. Der frisch auspräparierte Mitteldarm wird mit der Schere eröffnet und der Darminhalt abgestreift. Es wird nun die Darmwand halbfeucht auf einem Deckglas ausgebreitet mit dem Epithel nach oben und das Epithel durch Abpinseln entfernt. Dann wird auf das so gewonnene Flächenpräparat ein zweites Deckglas aufgelegt und das Präparat entweder frisch untersucht oder es wird die Deckglaskammer in die Konservierungsflüssigkeit gelegt, die das Präparat im schön ausgebreiteten Zustande fixiert. Das Präparat kann dann nach Ablösung mindestens des einen Deckglases wie ein Schnitt gefärbt und in Balsam eingeschlossen werden. Fig. 8 zeigt ein Stückchen eines solchen Präparates bei schwacher, Fig. 9 bei mittlerer Vergrößerung. Unter den Cysten sieht man die dicht aufeinander folgenden Ringmuskelzüge (r). Zwischen den Cysten verlaufen in größeren Abständen die die Ringmuskeln unter rechtem Winkel kreuzenden Längsmuskelfasern (l). Während sich an den Längsmuskelfasern bei sorgfältiger Untersuchung Querstreifung nachweisen ließ, habe ich an den Ringmuskelzügen Querstreifung nicht erkennen können. Bei genauerer Untersuchung stellen sich die Ringmuskelzüge als ringförmig verlaufende Strahlen multipolarer einkerniger Zellen heraus, deren undifferenzierte Plasmakörper regelmäßige Längsreihen am Darme bilden. Den quergestreiften Längsmuskelfasern sind in unregelmäßigerer Anordnung und ziemlich großen Abständen einzelne Kerne von undifferenziertem Plasma umgeben angelagert, wie in Fig. 8 bei k zu sehen ist. Das in Fig. 9 bei mittlerer Vergrößerung gegebene Bild ist unter Kombination verschiedener Einstellungen der Mikrometerschraube gezeichnet. Es ist daher hier auch das Netz der elastischen Fasern eingetragen (e), das je nach der Orientierung des Präparates über oder unter der Schicht der Ringmuskeln bei Bewegung der Mikrometerschraube zum Vorschein kommt. Das Flächenpräparat zeigt deutlich, daß es sich um netzartig sich verbindende Fasern verschiedenen Kalibers handelt. Das in Fig. 8 dargestellte Präparat, bei dem in dem abgebildeten $1{,}0 \times 0{,}5$ mm großen Flächenraum 28 Cysten zu sehen sind, ist ein relativ schwach infizierter Fall. Bisweilen liegt eine Cyste dicht neben der anderen und die Gesamtzahl der Cysten am Mitteldarm kann weit über 1000 betragen.

Nachdem somit ein Überblick über die Anordnung der Cysten gegeben ist, soll auf den Parasiten selbst eingegangen werden, der wie die Fig. 6, 8 u. 9 zeigen, je nach der Größe der Cysten in

größerer oder geringerer Menge in ihnen enthalten ist. Die Untersuchung des Parasiten erfolgte an frischem und fixiertem Material teils an Zupfpräparaten, teils an Flächenpräparaten, die nach der beschriebenen Methode gewonnen wurden. Außerdem wurden Paraffinschnitte angefertigt. Wegen der geringen Zellgröße des Parasiten mußten Linsen, die eine starke Vergrößerung geben, zur Anwendung kommen. So wurde meist mit $^{1}/_{18}$ Ölimmersion Leitz und Kompensationsokular 8 gearbeitet und damit eine 1750fache Vergrößerung erzielt.

D. Sporen und Sporoblasten.

Die Sporen des Parasiten stellen länglich eiförmige Körperchen dar, bei denen das eine Polende nur ein wenig stumpfer erscheint als das andere. Die Sporen haben einen starken Glanz und sehen fast homogen aus, da offenbar der Sporeninhalt fast das gleiche Lichtbrechungsvermögen hat wie die Sporenhülle. Bei Anwendung starker Vergrößerung kann man, wie Fig. 10 Taf. 24 zeigt, am stumpfen Pol dicht unter der Membran eine schmale Vakuole erkennen, die im optischen Durchschnitt kappen- oder sichelförmig erscheint und meist etwas schräg steht, indem sie mit dem einen Ende der Sichel ein wenig weiter herabreicht. Die Dimensionen der Sporen variieren nicht unbeträchtlich. So wurden neben Sporen von $6{,}75 \times 3\ \mu$, solche von $5{,}25 \times 3\ \mu$, $5{,}25 \times 2{,}6\ \mu$, $4{,}5 \times 2{,}6\ \mu$ und $4{,}35 \times 2{,}85\ \mu$ beobachtet. Durch den Nachweis des Austritts eines Polfadens ließ sich leicht feststellen, daß es sich um die Sporen einer Microsporidie handelt. Es genügte die Sporen 24 Stunden in Kochsalz liegen zu lassen, um an einer Reihe von ihnen den Austritt des Polfadens konstatieren zu können. Die Länge des ausgeschnellten Polfadens betrug meist das Zehnfache der Sporenlänge. Der Austritt erfolgt an dem der Vakuole entgegengesetzten weniger stumpfen Pole. Ein Teil der Sporen mit ausgeschnelltem Faden erwies sich in den Kochsalzpräparaten als leer. Hier konnte man gut erkennen, daß die Sporenmembran von ziemlicher Dicke ist. Denn da der stark lichtbrechende Inhalt der Spore verschwunden ist, tritt die Membran nunmehr im optischen Durchschnitt deutlich doppelt konturiert hervor (Taf. 24 Fig. 7).

Es sei gleich hier erwähnt, daß die Struktur der frischen Spore, die durch die eigentümlich schräg gestellte kalottenförmige Vakuole ausgezeichnet ist, unter den bisher beschriebenen Microsporidien am meisten an *Stempellia magna* Kudo erinnert. Denn wie ich dem ausgezeichneten 1924 erschienenen zusammenfassenden Microsporidien-

werk von Kudo entnehmen kann, weist auch bei dieser Form ein großer Teil der Sporen am stumpfen Ende eine kleine Vakuole auf, die unter anderem „kappenförmig gestaltet“ sein kann. Kudo bildet in seinen Fig. 589 u. 590 drei frische Sporen mit der polständigen Vakuole ab. In zwei dieser Sporen hat die Vakuole ganz ähnlich wie bei dem *Tipula*-Parasiten eine ausgesprochen schräge Stellung. Ein weiterer Vergleichspunkt ergibt sich daraus, daß auch bei *Stempellia magna* der Austritt des Polfadens am entgegengesetzten Pole erfolgt.

Gehe ich zur Beschreibung der Sporen unseres Parasiten in Dauerpräparaten über, so zeigt Fig. 11 Taf. 24 das Bild, das die Sporen auf in Balsam eingebetteten Totalpräparaten aufweisen nach Fixierung mit Flemming'scher Flüssigkeit und Färbung mit Safranin-Lichtgrün. Während die Membran als heller ungefärbter Hof erscheint, ist der Sporeninhalt stark durch Osmium gebräunt und soweit die Osmierung etwas schwächer ausgefallen ist, durch das Safranin intensiv gefärbt, so daß die Sporen im ersten Falle braunschwarz, im zweiten braunrot erscheinen. An zwei von den vier abgebildeten Sporen ist auch die kleine polständige Vakuole ähnlich wie im Leben zu erkennen und zwar weist sie bei Spore a die typisch schräge Stellung auf.

In Fig. 12 sieht man aus dem gleichen Präparat zwei jüngere Sporen mit zarterer Membran (b u. c). Hier ist die Safraninfärbung des Sporenplasmas noch so schwach, daß die intensiv rot gefärbten Kerne nicht verdeckt werden. Man erkennt in jeder Spore deutlich zwei Kerne. In der Spore b stehen sie sich in der Mitte der Spore diplococcenartig, also wie zwei Semmelhälften gegenüber. Die Lage des Kernpaares in Spore c nicht genau in der Mitte, sondern etwas nach dem einen Pol zu, ist, wie wir gleich sehen werden, die typische Position. Ganz ähnlich fällt, wie Fig. 13 demonstriert, das Bild junger Sporen in Schnittpräparaten aus, die nach Formalinfixation mit Hämatoxylin gefärbt sind. Der Kontur der Sporenmembran ist hier im Balsampräparat nur zum Teil zu erkennen und die Sporen sind natürlich im ganzen durch die Paraffineinbettung merklich geschrumpft. Färbt man Ausstrichpräparate von Sporen, die mit Sublimat-Alkohol nach Schaudinn fixiert sind, mit Hämatoxylin, so dringt, wie Fig. 14 bei Spore d zeigt, die Farbe nicht immer durch die dicke Sporenhülle hindurch. Bisweilen ist dies aber doch der Fall und es gelingt dann Sporen auch noch auf dem Stadium zu färben, auf dem ihre feinere Innenstruktur nach Flemming-Fixation durch die starke Osmierung schon völlig verschleiert ist. Während

in Spore e sich die Kernpartie als scheinbar homogener Streifen markiert, ist in Spore f wiederum ihre Zusammensetzung aus zwei Kernkomponenten, wenn auch nicht so deutlich als auf den vorgeführten jüngeren Stadien, zu erkennen.

Am klarsten zeigt die Untersuchung von Sporoblasten, bei denen die Sporenmembran erst in der Anlage begriffen ist, daß ein Paar von zwei identisch aussehenden Kernen die Kernkomponente der Spore repräsentiert. Fig. 15 zeigt eine Gruppe solcher Sporoblasten aus einem mit Flemming'scher Flüssigkeit konservierten und mit Safranin-Lichtgrün gefärbtem Schnittpräparat. Die Sporoblasten sind hier in den Cysten leicht daran zu erkennen, daß sie schon die ausgesprochen längliche Gestalt der Sporen und auch bereits eine leichte Safranophilie des Plasmas zeigen. Man erkennt in ihnen aufs deutlichste zwei dicht nebeneinander liegende gleichgroße bläschenförmige Kerne. Während der eine Kern etwa die Mitte des Sporoblasten markiert, liegt der andere nach demjenigen Pol zu, der wahrscheinlich dem stumpferen Pole der ausgebildeten Spore entspricht. Die an diesem Pole im Sporoblasten g sichtbare Vakuole könnte somit der oben beschriebenen Sporenvakuole entsprechen. Am Gegenpole, also demjenigen, an dem der Polfaden austritt, lassen die in Fig. 15 abgebildeten Sporoblasten sämtlich ein scharf mit Safranin gefärbtes Körnchen erkennen. Dasselbe erinnert an eine Struktur, die ich 1913 (S. 128) in den Sporoblasten von *Glugea anomala* beschrieben habe. Auch dort ließ sich nahe dem Austrittspole des Polfadens eine sich intensiver färbende Verdichtung im Plasma auffinden, die mir zur Ausbildung des Polfadens in Beziehung zu stehen schien. Übrigens zeigen nicht alle nach Flemming fixierten und mit Safranin gefärbten Sporoblasten so deutlich das Polkörnchen. Die in Fig. 15 abgebildete Gruppe ist aus drei benachbarten Cysten zusammengestellt. Ergänzt sei das Bild, das die Sporoblasten nach Flemming-Fixation bieten, noch durch die Abbildung eines nach Schaudinn fixierten und mit Hämatoxylin gefärbten Totalpräparates (Fig. 16). Die beiden hier dargestellten Sporoblasten zeigen im Prinzip ein ähnliches Aussehen wie die nach Flemming fixierten. Doch ist an ihnen das Polkörnchen nicht oder wenigstens nicht so deutlich zu erkennen und die Kerne, die dort ausgesprochen bläschenförmig waren, haben hier ein kompaktes Aussehen. Daß es sich aber um ein Kernpaar handelt, ist auch hier auf das deutlichste zu sehen.

Überblicken wir das bisher Ermittelte, so konnte als erstens festgestellt werden, daß es sich bei dem Parasiten um eine Micro-

sporidie handelt, und zweitens, daß die im frischen Zustande in ihrem Habitus an *Stempellia magna* erinnernde Spore durch den Besitz von zwei identisch aussehenden und im Sporoplasma nebeneinander liegenden Kernen ausgezeichnet ist.

Sehe ich von Microsporidien ab, bei denen zwei Kerne in jungen Sporen als Durchgangsstadium zu einem als mehrkernig gedeuteten Zustande beschrieben worden sind, wie z. B. bei *Thelohania chaetogastris* (Schröder 1909), so sind Sporen mit Doppelkern als Dauerzustand, soweit ich sehe, bisher nur in 5 Fällen bekannt geworden. Es sind dies *Nosema bryozoides* und *Nosema glossiphoniae* nach Schröder (1914), *Perezia mesnili* und *Perezia legeri* nach Paillot (1918) und *Octospora muscae-domesticae* nach Chatton und Krempf (1911). Von diesen erinnern auf Grund der von den Autoren gegebenen Figuren am meisten an das Doppelkernbild des *Tipula*-Parasiten die beiden *Perezia*-Arten. Eine gewisse Ähnlichkeit zeigen auch einige der für die Sporen von *Octospora muscae-domesticae* gegebenen Figuren.

E. Schizogonie.

Untersucht man annähernd ausgewachsene Larven von *Tipula gigantea* im April, so findet man in ihnen zahlreiche Cysten von 100 μ Durchmesser und darüber, die lediglich mit reifen Sporen gefüllt sind. Ein solches Verhalten zeigt z. B. in dem in Fig. 6 abgebildeten Präparat die mit a bezeichnete Cyste. In anderen Fällen findet man die Sporenhaufen mit Gruppen von Sporoblasten und jüngeren Stadien vermengt, die noch völlig membranlos sind (Fig. 6 Cyste b) oder die (in Fig. 6 blaß gezeichneten) membranlosen Stadien überwiegen, und zwischen ihnen beginnen erst einige Sporen hervorzutreten (Fig. 6 Cyste c). Von vornherein sei betont, daß auch in den letztgenannten Cysten die Anordnung der Sporen und Sporoblasten eine völlig regellose ist.

Bei den großen Larven im Frühjahr kann man bisweilen ferner auch noch Cysten finden, die lediglich Haufen von nackten jüngeren Entwicklungsstadien des Parasiten enthalten. Doch sind dieselben wegen der großen Zahl dicht nebeneinander liegender Zellen für die Untersuchung meist sehr unübersichtlich. Am schönsten kann man die Entwicklung des Parasiten an jungen Larven im Herbst studieren, bei denen die Cysten noch ganz klein sein können und entsprechend weniger Zellen enthalten, die klarer zu untersuchen sind. Man erkennt dann an solchen Präparaten, wie Fig. 21 zeigt, daß die Vermehrung des Parasiten in den Cysten sich durch

eine typische Sprossung von Schizonten vollzieht. Zellen von ovaler Form wachsen unter Kernvermehrung zu Sproßketten aus. Zunächst können die Glieder der Kette dicht hintereinander liegen (Fig. 21 a u. b). Dann weichen die Kernterritoren weiter auseinander (c) und es kommt zu Abschnürungen von kürzeren Sproßketten (Fig. 21 d) und schließlich zur Abtrennung von Einzelzellen (Fig. 21 e), deren Kernverhalten aber anzeigt, daß sie ihrerseits wieder den Ursprung für neue Sproßketten abgeben.

Es sei nunmehr auf das Kernverhalten der Schizonten genauer eingegangen, das recht eigentümlich und sehr charakteristisch für den Parasiten ist. In dem ziemlich homogenen sich mit DELAFIELD-schem Hämatoxylin leicht bläulich färbenden Plasma des länglichen Schizonten findet sich in der Mitte ein heller Saftbezirk und in diesem zwei Kerne von kompakter Beschaffenheit und bohnenartiger Gestalt, die einander oft dicht wie zwei Semmelhälften oder die Hälften einer Kaffeebohne gegenüberstehen und dann an einen stark vergrößerten Diplococcus erinnern. Wenn ein solcher Doppelkern sich teilt, so ist nichts von den schönen Hantelfiguren zu beobachten, wie sie bei manchen anderen Microsporidien vorkommen und z. B. von mir selbst genauer bei *Glugea anomala* (1913) beschrieben wurden. Vielmehr spaltet sich zunächst jede Kernkomponente für sich durch. Es liegen dann nicht mehr wie in den Schläuchen a u. b im Saftbezirk des Schizonten zwei ganze bohnenförmige Kerne einander gegenüber, sondern es schließt, wie z. B. die Schizontensproßketten f u. g zeigen, der Saftbezirk nunmehr zwei Zweiergruppen von kompakten Chromatinelementen ein. Oft scheint es sich bei schwächerer Vergrößerung in den Schizonten noch um einen einfachen Doppelkern zu handeln, die starke Vergrößerung zeigt dann aber doch in zahlreichen Fällen, wie auch eine Betrachtung von Fig. 21 eventuell unter Zuhilfenahme einer Lupe ergibt, daß jede Komponente des Doppelkernes schon der Länge nach durchgespalten ist. Es ist klar, daß, wenn nun die beiden Zweiergruppen auseinanderrücken und jede Zweiergruppe ihren eigenen Kernsaftbezirk erhält, aus dem ursprünglich doppelkernigen Schizonten nunmehr eine Sproßkette von zwei Schizonten mit je einem Doppelkern entstanden ist. Wenn dieser Vorgang sich schnell wiederholt, die Abschnürung der Schizonten vom Sproßverband sich aber weniger rasch vollzieht, so werden die längeren Schizontenketten entstehen, wie sie in Fig. 21 bei a, b, c, h dargestellt sind.

Schizontensproßketten sind bekanntlich schon für zahlreiche andere Microsporidien beschrieben worden. So sei an die Schizogonie

von *Nosema bombycis* und *Thelohania mülleri* nach Stempell (1909 und 1902) oder an die Sproßketten erinnert, die ich selbst (1911) für *Nosema lophii* beschrieben habe. Aber nicht nur für die Sproßkettenbildung, sondern auch für die Doppelkernigkeit der Schizonten des *Tipula*-Parasiten gibt es Parallelen bei anderen Microsporidien. So sind Ketten von doppelkernigen Schizonten, die in ihrem Habitus außerordentlich an die von mir bei dem *Tipula*-Parasiten beobachteten, erinnern, von Paillot (1918) für *Perezia mesnili* und *Perezia legeri* beschrieben worden. Auch hier weisen die Schizonten zwei von einer gemeinsamen Vakuole eingeschlossene Kernkomponenten auf, die nach Lage und Gestalt mit den Hälften einer Kaffeebohne verglichen werden. Doppelkernige Schizogoniestadien sind ferner unter anderen von Kudo (1924) für *Stempellia magna* und für *Thelohania opacita* und Omori (1912) für *Nosema bombycis* beschrieben worden.

F. Junge Cysten und ihre Entstehung.

Kehren wir nach diesem kurzen Vergleich mit der Schizogonie anderer Microsporidien zu dem *Tipula*-Parasiten zurück, so kann die Vermehrung dieser Microsporidie innerhalb der Cysten durch Sprossung, wie sie soeben an der Hand von Fig. 21 geschildert wurde, als völlig klargestellt gelten. Die jüngste von mir beobachtete Cyste ist in Fig. 19 nach dem Leben skizziert und in Fig. 20 nach dem konservierten und gefärbten Flächenpräparat zur Darstellung gekommen. Der größte Durchmesser der zwischen Deckglas und Objektträger leicht komprimierten Cyste beträgt nur 15,4 μ. Die Cyste enthält erst 3 Schizonten, die frei in Flüssigkeit liegen. Nichts deutet darauf hin, daß die Cyste etwa auf Kosten einer Wirtszelle entstanden ist. Ihre Genese scheint vielmehr so zu sein, daß um einen — vermutlich unter Durchwanderung des Darmepithels — bis in die Grundsubstanz der Tunica elasticomuscularis gelangten Schizonten eine Vakuole entsteht, die sich durch eine Cystenmembran gegen die übrige Grundsubstanz abgrenzt. Innerhalb des mit Flüssigkeit gefüllten Cystenbläschens vermehrt sich dann der Parasit durch Sprossung. Gleichzeitig bläht sich unter Diffusion von Nahrungssäften das mit Flüssigkeit gefüllte Cystenbläschen immer mehr auf, bis es mit einem Durchmesser von 120 und nur ausnahmsweise 200 μ seine Endgröße erreicht hat.

In dem in Fig. 20 abgebildeten jüngsten Entwicklungsstadium sind, wie gesagt, erst 3 Schizonten zur Ausbildung gekommen. Die beiden unteren scheinen noch in Sproßverband zusammenzuhängen. Jeder Schizont enthält einen Doppelkern. Die beiden Komponenten

des Doppelkernes des oberen Schizonten (a) scheinen noch durch einen Strang färbbarer Kernsubstanz verbunden zu sein. Bei älteren Schizonten habe ich ähnliche Bilder, die an eine hantelförmige Kernteilung erinnern könnten, nie beobachtet.

G. Sporogonie.

In den größer gewordenen Cysten junger Larven treten die ersten Sporoblasten und Sporen neben den Schizonten auf, ohne daß Bilder beobachtet wurden, die auf eine Gruppenentstehung derselben hinweisen könnten. Sie liegen vielmehr stets einzeln und in regelloser Verteilung. Da außerdem doppelkernige Zellen wie die in Fig. 17 abgebildeten sich auffinden lassen, die als Übergangsformen von abgeschnürten Schizonten zu Sporoblasten gedeutet werden können, so ist es mir sehr wahrscheinlich, daß die Sporogonie des Parasiten sich nach dem einfachen *Nosema*-Typus vollzieht, bei dem das Schizogonieprodukt am Ende der Sprossungsperiode direkt zum Sporoblasten wird. Der *Nosema*-Typus steht bekanntlich im Gegensatz zu dem komplizierten Verlauf der Sporogonie anderer Microsporidiengattungen, bei denen aus Schizonten zunächst die Sporonten hervorgehen. Diese liefern durch Teilungsschritte, deren Anzahl für die einzelnen Gattungen charakteristisch ist, meist innerhalb einer Pansporoblastenmembran eine größere oder geringere Anzahl von Sporoblasten, die sich dann zu den Sporen umwandeln. Für eine Anzahl von Gattungen ist von Debaisieux und Kudo angegeben worden, daß die Sporontenbildung mit einem Befruchtungsvorgang beginnt, der autogamer Natur ist. Zwei Befruchtungskerne, die nebeneinander schon eine Anzahl paralleler sog. „conjugierter“ Kernteilungen durchgemacht haben können, verschmelzen zu dem einheitlichen Sporontenkern, der somit einem Zygotenkern entspricht. Bei *Nosema*-Arten sind, soweit ich sehe, Befruchtungsvorgänge gleichfalls autogamer Art bisher nur an einer ganz anderen Stelle des Entwicklungskreises, nämlich für frisch aus den Sporen ausgeschlüpfte Keime, angegeben worden. So wird für *Nosema apis* von Fantham und Porter (1912) und für *Nosema bombycis* von Kudo (1916) angegeben, daß die aus den Sporen ausgeschlüpften Keime zunächst zweikernig sind, die beiden Kerne dann aber als Befruchtungskerne zum einheitlichen Zygotenkern verschmelzen. In den relativ jungen Cysten des *Tipula*-Parasiten habe ich Bilder, die auf einen autogamen Befruchtungsprozeß hindeuten könnten, nicht beobachtet.

H. Rosettenmodifikation der Schizogonie.

Auch für die älteren Cysten des *Tipula*-Parasiten bin ich zu dem Resultat gekommen, daß sich die Sporogonie hier ebenfalls nach dem einfachen *Nosema*-Typus vollzieht. Eine Komplikation wird hier nur dadurch geschaffen, daß in den älteren Cysten Modifikationen der Schizogoniesprossung auftreten, die vermutlich der Sporogonie dicht vorausgehen. So werden hier bisweilen die in Fig. 22—30 abgebildeten Entwicklungsstadien beobachtet. Es handelt sich hier um eine Entwicklungsreihe, die von doppelkernigen Schlauchzellen zu Viererkreuzen und Achterrosetten führt. Sie sei kurz als Rosettenreihe bezeichnet. Da die Rosettenzellen ihren Zusammenhang verlieren, ohne daß Sporoblastencharaktere an ihnen aufgetreten sind, so glaube ich nicht, daß man berechtigt ist, die Rosettenreihe schon zur Sporogonie selbst zu rechnen. Dagegen ist es mir ziemlich wahrscheinlich, daß es sich hier um Entwicklungsprozesse handelt, die der Sporogonie unmittelbar vorausgehen. Die aus dem Rosettenverband sich lösenden Zellen würden dieser Auffassung nach in den meisten Fällen nicht von neuem Schizogonieteilungen durchmachen, sondern der Ausgangspunkt einer sich nach dem *Nosema*-Typus vollziehenden Sporogonie werden.

Die schlauchförmigen Ausgangszellen (Fig. 22) unterscheiden sich von den in den jüngeren Cysten beobachteten Abschnürungsprodukten der Schizontenketten durch ihr dichteres Plasma, die genau zentrale Lage des Doppelkernes und die regelmäßige Form, die als zigarrenähnlich bezeichnet werden kann. In der Form erinnern die doppelkernigen Schlauchzellen außerordentlich an die Primärschläuche die ich (1913) für *Glugea anomala* beschrieben habe. Wie ich mich seitdem überzeugen konnte und auch (1921) zum Teil schon veröffentlicht habe, geht auch bei *Glugea anomala* dem Auftreten der Primärschläuche eine typische Schizontensprossung voraus. Die Schlauchzellen leiten demnach sowohl bei *Glugea anomala* wie bei dem *Tipula*-Parasiten eine zur Sporenbildung führende Entwicklung ein, ohne daß man sie als Sporonten im engeren Sinne bezeichnen könnte.

Die Entwicklung der doppelkernigen Schlauchzellen zu den Rosetten läßt sich auf Grund der in Fig. 22 u. 25—30 abgebildeten Präparate im einzelnen folgendermaßen skizzieren. Den Ausgangspunkt bilden Schläuche von der in Fig. 22 bei a u. b abgebildeten Art. Ihr Doppelkern besteht aus zwei einfachen Kernkomponenten, ganz ähnlich wie wir es bei ruhenden Schizontenkernen sahen.

Wie die übrigen in Fig. 22 dargestellten Schlauchzellen, so z. B. die beiden mit c bezeichneten Schläuche erkennen lassen, geht die weitere Entwicklung so vor sich, daß sich jede Kernkomponente des Doppelkernes durchspaltet. Wir haben dann eine Schlauchzelle vor uns, die in ihrer Mitte zwei Zweiergruppen von Kernelementen einschließt. Rückt nun die eine Zweiergruppe an den einen Pol, die andere an den anderen Pol und zieht sich dabei das Plasma in der Mitte zu einem dünneren Strang aus, so haben wir einen Schlauch mit keulenartig angeschwollenen Enden vor uns, wie es in Fig. 25 dargestellt ist. Wenn sich weiterhin jeder Doppelkern eines solchen Schlauches in seinen Komponenten wiederum durchspaltet, so daß an den keulenartig angeschwollenen Enden des Schlauches nicht mehr ein sondern zwei Doppelkerne liegen und wenn weiterhin dann zwischen diesen Tochterzellkernen eine Längsdurchschnürung der Keulenenden erfolgt, die die Keulenstiele nicht mitbetrifft, so haben wir eine Viererfigur vor uns, wie sie in Fig. 26 dargestellt ist. Übrigens scheint das in Fig. 27 abgebildete Präparat darauf hinzuweisen, daß das gleiche Resultat auch auf anderem Entwicklungswege erreicht werden kann. Man sieht hier einen perlenkettenartigen Schlauch, bei dem jedes Perlenglied einen Doppelkern einschließt. Die Doppelkerne sind von so besonderer Größe, daß es mir nicht wahrscheinlich ist, daß dieses Gebilde zu den gewöhnlichen Schizontensproßketten gehört. Vielmehr glaube ich, daß es sich hier um ein Rosettenentwicklungsstadium handelt, das aus einer Schlauchzelle dadurch entstand, daß vor dem Auseinanderrücken der Tochterdoppelkerne diese sich durch erneute Teilung in vier Enkeldoppelkerne umwandelten. Durch ein entsprechendes Auswachsen der Plasmabrücken zwischen den vier Doppelkernen könnte auch hier eine Viererfigur entstehen. In diesem Sinne dürfte der in Fig. 28 abgebildete noch etwas unregelmäßig gestaltete Vierer zu deuten sein.

Ich halte es für möglich, daß bei einem Teil der Viererfiguren die Rosettenentwicklung nicht mehr weiter geht, sondern durch Abschnürung von der zentralen Verbindung vier sich später in Sporoblasten verwandelnde Zellen resultieren. Bei einem anderen Teil setzt sich aber zweifellos die Entwicklung bis zur Achterrosette fort. Zunächst spalten sich in den mit ihren Stielen zusammenhängenden vier Keulen oder, wie man vielleicht besser sagen kann, „Birnen" die exzentrisch gelegenen Doppelkerne von neuem durch, so daß an jedem Birnengrunde wiederum zwei Tochterdoppelkerne gelegen sind. Der Anfang dieser Entwicklung ist in Fig. 26 in

zwei der vier Birnen bereits zu erkennen. Eine Längsdurchschnürung der Birnen zwischen den Tochterdoppelkernen, die die Stiele nicht mitbetrifft, muß zur Entstehung einer Achterfigur führen. Den noch nicht ganz abgelaufenen Entwicklungsprozeß demonstriert Fig. 29. Wir haben hier eine Rosette vor uns, bei der in drei Mutterbirnen die Durchschnürung bereits erfolgt ist, so daß sechs Tochterbirnen mit ihren Stielen zusammenhängen. In der vierten Mutterbirne dagegen bei e ist die Durchschnürung zwischen den bereits gebildeten Tochterdoppelkernen noch nicht erfolgt. So ergibt sich eine eigentümliche Rosettenfigur, die aus sechs Tochterbirnen mit einfachem Doppelkern und einer Mutterbirne mit doppeltem Doppelkern besteht. Den Abschluß des Prozesses schließlich zeigt Fig. 30. Hier ist eine Achterfigur ausgebildet, die aus acht Birnen besteht, deren jede nur einen einzigen exzentrisch gelegenen Doppelkern einschließt. Vermutlich lösen sich die acht Zellen dann von ihrem zentralen Zusammenhang los und wandeln sich später in Sporoblasten um.

Vergleicht man die in Fig. 29 u. 30 dargestellten Endglieder der Rosettenreihe mit den in Fig. 22 abgebildeten Ausgangszellen, so ist zweifellos das Gesamtvolumen des Plasmas während dieser Entwicklung gewachsen. Die einzelnen zum Rosettenverband gehörigen Zellen aber sind merklich kleiner als die Ausgangszellen. So stehen auch die Zellen der Achterrosetten an Größe gegenüber den Zellen der Viererkreuze nach und werden erst recht gegenüber den doppelkernigen Zellen an Umfang zurückbleiben, die in den jungen Cysten ohne Einschaltung der Rosettenentwicklung zu Sporoblasten werden. Zugunsten der oben vertretenen Auffassung, daß die Zellen der Rosettenreihe sich bald nach Lösung ihres Zusammenhanges in Sporoblasten umwandeln, kann unter diesen Umständen auch angeführt werden, daß sie eine einfache genetische Erklärung an die Hand geben würde für die hochgradige Variation in der Sporengröße, auf die oben aufmerksam gemacht wurde.

Fasse ich die Resultate zusammen, zu denen ich bezüglich der Sporogonie des Parasiten an den jungen und älteren Cysten gelangt bin, so hat sich folgendes ergeben. Die Sporenbildung des *Tipula*-Parasiten spielt sich stets nach dem einfachen *Nosema*-Typus ab, bei dem nur ein einziger Sporoblast aus dem Sporonten hervorgeht, so daß die Begriffe Sporont und Sporoblast hier zusammenfallen. Während aber in den jungen Cysten die Sporoblasten aus Schizogonieprodukten hervorgehe, ohne daß diese noch zuvor der Ausgangspunkt besonderer Teilungen werden, kann sich in älteren Cysten nach dem Ablauf der Schizontensprossung vor der Sporogonie

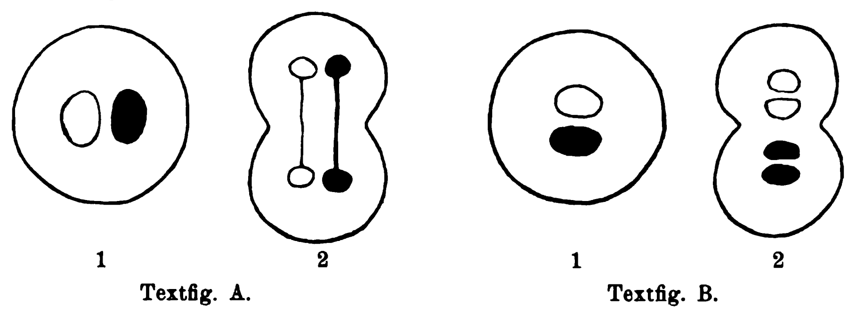
noch die Rosettenentwicklung einschieben. Sie beginnt mit schlauchförmigen Zellen, die vermutlich unmittelbar von gewöhnlichen Schizogonieprodukten abzuleiten sind. Auch in den mittelgroßen Cysten sind die Rosetten nicht so häufig anzutreffen, daß man ihr Auftreten als ein völlig gesetzmäßiges und nicht nur als eine Modifikation der Entwicklung anzusehen hätte. Jedenfalls deuten aber die regelmäßigen Bilder der Rosettenreihe auf einen normalen Entwicklungsprozeß hin.

Im Gegensatz hierzu glaube ich vielkernige Kugeln, wie sie in Fig. 18 abgebildet sind, mit ihrem mehr unregelmäßigen Bau als abnorme Modifikation der Schizogonie auffassen zu müssen. Sie kamen nur bei gewissen Exemplaren und auch hier nur in einem Teil der mittelgroßen Cysten zur Beobachtung. Aufteilungsstadien der vielkernigen Kugeln wurden nie beobachtet. Dafür, daß es sich hier um eine degenerative Entwicklung handelt, spricht auch der Umstand, daß sie besonders reichlich sich in einem Fall fanden, bei dem die Cysten sich größtenteils von der Darmwand abgelöst hatten und zwischen den Organen flottierten.

Ebenfalls als pathologisch und zwar als degenerativ veränderte Ausgangsglieder der Rosettenreihe fasse ich die in Fig. 23 u. 24 dargestellten, stark in die Länge gezogenen Schlauchzellen auf, deren Doppelkernkomponenten teils in Granula aufgelöst, teils langgestreckt sind.

Die Stadien der Rosettenentwicklungsreihe (Fig. 22—30) zeigen ebenso wie die Glieder der Sproßketten (Fig. 21) ein zähes Bewahren des Doppelkernes. Sichere Bilder von Kernverschmelzung, die einem Autogamievorgang entsprechen könnten, wurden in den älteren Cysten ebensowenig wie in den jungen beobachtet. Nach Flemming-Fixation der ganzen Larven, bei der die Osmiumsäure nicht so schnell zur Einwirkung gelangt wie bei der Fixierung des auspräparierten Darmes, stellt sich der Doppelkern als ein Paar dicht nebeneinander liegender bläschenförmiger Kerne dar. An solchen Präparaten kann es bisweilen schwierig sein, die beiden Kernbläschen gegeneinander abzugrenzen. Da diese Schwierigkeit aber auch für Formen besteht, die sich wie die charakteristischen Figuren der Rosettenreihe mit Bestimmtheit mit Stadien identifizieren lassen, die bei schneller einwirkender Fixation ganz klar getrennte Doppelkernkomponenten aufweisen, so kann ich jene Bilder nur im Sinne einer scheinbaren Verschmelzung deuten, die durch unvollkommene Fixation vorgetäuscht ist. Trotzdem wäre es natürlich möglich, daß mir ein echter Autogamievorgang entgangen ist, der

sich etwa vor der Schlauchzellenbildung einschieben könnte. Wahrscheinlich ist mir dies jedoch nicht und zwar darum, weil ein wichtiges Kriterium fehlt, das wenigstens bei einer Anzahl jener Microsporidien zur Beobachtung gelangt ist, für die Autogamie beschrieben wurde. Es sind dies die conjugierten Kernteilungen, die das Diplocaryon vor der Verschmelzung zum Zygotenkern durchmacht. Man versteht darunter den Vorgang, daß die gepaarten Geschlechtskerne vor ihrer völligen Vereinigung noch eine oder mehrere Kernteilungen durchmachen, bei denen die Teilungsfiguren parallel nebeneinander liegen. Diese Erscheinung, wohl am schönsten ausgeprägt bei gewissen Haplosporidien, wurde für Microsporidien von Debaisieux für *Thelohania varians*, *multispora*, *bracteata* und *Plistophora simulii* und ähnlich von Kudo für *Thelohania legeri* beschrieben. Durch die conjugierte Kernteilung wird, wie aus der schematischen Textfig. A zu ersehen ist, bewirkt, daß der Doppelkern der Tochterzellen genau so wie der Doppelkern der Mutterzelle zusammengesetzt ist. Gehen wir im Schema von der Paarung eines „männlichen“ schwarz und eines „weiblichen“ weiß markierten Kernes aus (A 1), so bewirkt die conjugierte Kernteilung (A 2), daß in jede Tochterzelle ein Abkömmling des männlichen wie des weiblichen Kernes gelangt.



Textfig. A. Textfig. B.

Eine Streckung der nebeneinander liegenden Komponenten des Doppelkernes zu parallelen Teilungsfiguren habe ich bei der mir vorliegenden Form mit Sicherheit nie beobachtet. Die in Fig. 23 rechts abgebildete Schlauchzelle (a), deren Doppelkern an eine solche Teilungsfigur erinnern könnte, halte ich für degenerativ verändert. Vielmehr vollzieht sich die Teilung, wie Fig. 21 u. 22 zeigt, hier offenbar so, daß die Komponenten des Doppelkernes bei ihrer Teilung nicht nebeneinander, sondern hintereinander zu liegen kommen.

Markieren wir in einem Schema (B 1) wiederum die eine Komponente des Doppelkernes der Mutterzelle schwarz, die andere

weiß, so erhält demnach hier die eine Tochterzelle die beiden weißen, die andere die beiden schwarzen Teilhälften (B 2). Damit entfällt aber die Möglichkeit den Doppelkern bei der uns vorliegenden Microsporidie als ein die Autogamie vorbereitendes Diplocaryon aufzufassen. Es handelt sich hier in bezug auf den Doppelkern zwar um eine binucleate Form, aber nicht um eine diploide etwa im Sinne der *Amoeba diploidea* HARTMANN.

Da somit conjugierte Kernteilungen nicht aufgefunden wurden und damit ein relativ leicht nachzuweisendes Indicium der Autogamie völlig fehlt, ist es mir wenig wahrscheinlich, daß ich eine solche etwa vor der Bildung der Schlauchzellen übersehen haben sollte. Vielmehr glaube ich, daß der *Tipula*-Parasit zu jenen Microsporidien zu rechnen sein wird, bei denen nach dem Ausschlüpfen des Keimes aus der Spore ein Befruchtungsvorgang erfolgt.

Vergleiche ich die beschriebenen Rosettenentwicklungsstadien mit Befunden an anderen Microsporidien, so war auf die auffallende Ähnlichkeit der Schlauchzellen am Anfang der Reihe mit den Primärschläuchen von *Glugea anomala* bereits oben hingewiesen worden. Was die Rosetten selber anbetrifft, so sind Bilder von ähnlichem Habitus auch schon im Entwicklungscyclus einiger anderer Formen beschrieben worden. Es ist dies der Fall bei *Thelohania chaetogastris* nach SCHRÖDER (1909), *Thelohania corethrae* nach SCHUBERG und RODRIGUEZ (1915), *Octospora muscae-domesticae* nach CHATTON und KREMPF (1911) und schließlich *Stempellia magna* nach KUDO (1924). Bei *Octospora muscae-domesticae* und *Stempellia magna* handelt es sich aber nach der Beschreibung der zitierten Autoren um echte Sporogoniestadien, die durch Simultanfurchung eines vielkernigen Plasmodiums entstehen. Auch SCHRÖDER stellt die bei *Thelohania chaetogastris* beobachteten Rosetten zur Sporogonie, leitet sie aber unseren Befunden entsprechend von relativ kleinen einfach gebauten Zellen ab, die unter Kernteilungen und sukzessiv eintretenden Plasmaeinschnürungen zu Rosetten auswachsen. Eine weitgehende Übereinstimmung in Befund und Deutung besteht zwischen den Ergebnissen von SCHUBERG und RODRIGUEZ an *Thelohania corethrae* und unseren Ermittlungen für den *Tipula*-Parasiten. Denn erstens stellen diese Autoren die Rosettenreihe nicht zur Sporogonie, sondern erblicken in ihr eine Modifikation der Schizogonie, die der Sporogonie vorausgeht. Zweitens leiten sie sie ebenfalls von doppelkernigen Zellen ab, die unter Einschnürung des Plasmas zu Viererkreuzen und Achterrosetten heranwachsen und dabei den Doppelkern bei der Rosettenbildung kontinuierlich bewahren, indem auch hier die

Teilung des Doppelkernes der Plasmaeinschnürung vorausgeht. Im Gegensatz hierzu werden bei *Thelohania chaetogastris* nach Schröder bei der von ihm zur Sporogonie gestellten Rosettenentwicklung die Zellen nur vorübergehend doppelkernig in Vorbereitung der nächsten Furchungsteilung, die sie wieder in einkernige Stücke zerlegt und auch auf dem Achterrosettenstadium werden die acht Rosettenzellen erst sekundär doppelkernig in Vorbereitung ihrer Sporoblastenumwandlung.

J. Einordnung des Parasiten in das System der Microsporidien.

Für die meisten von der Systematik aufgestellten Gattungen der Microsporidien gilt als entscheidendes Merkmal die Zahl der Sporoblasten, die aus einem Sporonten hervorgehen. Da in unserem Falle der Begriff Sporont und Sporoblast sich deckt, indem kein Anhaltspunkt dafür gefunden wurde, daß mehr als ein Sporoblast von einem Sporonten gebildet wird, muß nach dem herrschenden System der *Tipula*-Parasit zur Gattung *Nosema* gestellt werden. Nach dem Auffinden der Achterrosetten war ich eine Zeitlang im Zweifel gewesen, ob es sich hier nicht um einen Vertreter der Gattung *Stempellia* handelt, für die ja die Produktion bisweilen nur von einer, bisweilen von mehr bis zu acht Sporen aus einem Sporonten charakteristisch ist. Das völlige Fehlen von Sporoblasten- bzw. Sporengruppen, die der Rosettengruppierung entsprechen würden, hat mich jedoch zu der oben vertretenen Auffassung geführt, daß die Rosettenreihe zwar der Sporogonie vorausgeht, aber noch nicht zur eigentlichen Sporogonie selbst zu rechnen ist. Erst nach Lösung des Gruppenzusammenhanges der Rosettenzellen setzt vermutlich die Sporogonie an Abkömmlingen der Rosetten ein. Gegen eine Deutung der Rosetten als Teilungsstadien von Sporonten spricht auch das völlige Fehlen einer die Gruppe umschließenden Hüllschicht der Ausgangszelle, wie sie als Pansporoblastenmembran bei der echten Sporogonie ja oft beschrieben worden ist.

Indem ich also den Parasiten zu der Gattung *Nosema* stelle, tue ich das in dem Bewußtsein, daß dem System der Microsporidien, soweit es lediglich auf den Grad der Teilungsenergie des Sporonten basiert ist, zweifellos etwas Künstliches anhaftet. Bei Aufstellung der Gattung *Octospora* ist übrigens dieses Prinzip bereits durchbrochen worden, indem zu ihr neben einer „typischen“ achtsporigen Art (*Octospora muscae-domesticae*) auch eine einsporige Form (*Octospora monospora*) gestellt worden ist und als entscheidendes Merkmal die Sporengestalt angesehen wird, die aber von der gewöhnlichen Gestalt

der Microsporidiensporen bei weitem nicht so beträchtlich abweicht wie die eigentümlichen Sporenformen, die die Gattungen *Spironema*, *Toxonema* und *Mrazekia* charakterisieren.

Steht man mit mir auf dem Standpunkt, daß das zurzeit gültige System der Microsporidien, soweit es sich auf die Teilungsenergie des Sporonten gründet, im wesentlichen ein künstliches ist, so wird es nicht überraschen, daß unsere in die Gattung *Nosema* einzuordnende Form in einzelnen Zügen an Vertreter der verschiedensten anderen Microsporidiengattungen erinnert. So entspricht das Bild, das die frische Spore bietet, auffällig dem Verhalten bei *Stempellia magna*. Die Rosettenmodifikation der Schizogonie findet sich ähnlich bei *Thelohania corethrae*. Die den Ausgang der Rosettenentwicklung bildenden schlauchförmigen Zellen lassen sich gut den von mir bei *Glugea anomala* beschriebenen Primärschläuchen vergleichen. Die Sproßkettenbildung doppelkerniger Schizonten weist eine frappante Ähnlichkeit auf mit den von PAILLOT für die Schizontenketten von *Perezia mesnili* und *legeri* gegebenen Figuren. Eine ähnliche Lage des Doppelkernes in der Spore findet sich in Sporenabbildungen, die für die beiden *Perezia*-Arten und für *Octospora muscae-domesticae* veröffentlicht worden sind. Unter anderen Vertretern der Gattung *Nosema* habe ich Doppelkerne als Dauerzustand nur für *Nosema bryozoides* und *Nosema glossiphoniae* angegeben gefunden (SCHRÖDER). Hier zeigen die Sporen mit den beiden polständigen Vakuolen und der zentralen Plasmazone aber ein von den Sporen des *Tipula*-Parasiten gänzlich abweichendes Habitusbild.

Ein besonders charakteristisches Merkmal ist für den *Tipula*-Parasiten in dem zähen Festhalten der Doppelkernigkeit in den verschiedensten Phasen des Entwicklungscyclus gegeben. So konnten wir hier den Doppelkern durch alle Sproßstadien der Schizonten, durch die verschiedenen Phasen der Rosettenentwicklung und vom Sporoblasten bis in die Spore verfolgen. Bei Teilungsstadien von Zellen sahen wir nie die Tochterzellen je eine Komponente des Mutterdoppelkernes erhalten, so daß sie zunächst einkernig wären, sondern vor der Teilung der Mutterzelle wurden bereits beide Komponenten des Doppelkernes durchspalten, so daß jede Tochterzelle von vornherein einen Doppelkern erhält. Ein ähnliches kontinuierliches Bewahren der Doppelkernigkeit habe ich sonst nur in der Beschreibung gefunden, die SCHUBERG und RODRIGUEZ von der Rosettenschizogonie von *Thelohania corethrae* gegeben haben. In der Sporogonie dieser Microsporidie bleibt der Doppelkern aber nicht erhalten. Vielleicht liegen sonst noch bei den *Perezia*-Arten

ähnliche Verhältnisse vor. Bei anderen Formen werden zwar öfters doppelkernige Stadien in der Schizogonie beschrieben (so bei *Nosema bombycis* [OMORI und KUDO], *Thelohania opacita* [KUDO], *Stempellia magna* [KUDO]) oder es wird Doppelkernigkeit vom Sporoblasten ab notiert (z. B. *Octospora muscae-domesticae* nach CHATTON und KREMPF), aber es handelt sich eben nicht um ein kontinuierliches Festhalten der Doppelkernigkeit durch den größten Teil des Entwicklungsganges. Daß der Doppelkern in den von mir beobachteten Stadien des *Tipula*-Parasiten nicht als eine Autogamie vorbereitendes Diplocaryon aufzufassen ist, wurde bereits oben Seite 450 betont. Dort wurde auch schon des genaueren ausgeführt, daß auf das charakteristische Merkmal der Doppelkernigkeit hin die vorliegende Microsporidie zwar als eine binucleate aber nicht als eine diploide Form im Sinne der *Amoeba diploidea* HARTMANN bezeichnet werden kann.

In dankbarer Verehrung für Herrn Geheimrat G. W. MÜLLER, der die Güte hatte, mich auf dieses interessante parasitische Protozoon aufmerksam zu machen und mir persönlich 1913 die Fangstellen der *Tipula*-Larven in Locarno zeigte, würde ich gerne die hier vorliegende neue *Nosema*-Art *mülleri* genannt haben. Doch könnte diese Bezeichnung zu Verwechslungen Anlaß geben, da bereits eine *Thelohania*-Art ihm zu Ehren *mülleri* benannt ist. Ich muß also davon Abstand nehmen, den Parasiten nach dem Entdecker der Tipulideninfektion zu benennen und bezeichne unter Hinweis auf obige Ausführungen die neue *Nosema*-Art als *Nosema binucleatum.*

Nosema binucleatum oder eine ihm nahestehende Form ist übrigens möglicherweise bereits 1897 von LÉGER und HAGENMÜLLER gesehen worden. Wenigstens erwähnen diese Autoren kurz eine Microsporidie, die sich in der Darmwand von *Tipula gigantea* entwickelt. Allerdings soll diese „kystes secondaires" also Pansporoblasten oder Sporonten besitzen, die bald 4, bald 8, bald n Sporen einschließen — eine Angabe, die zu unseren Befunden in Widerspruch steht. Die Verff. haben damals eine ausführliche Arbeit in Aussicht gestellt, scheinen aber auf jenen *Tipula*-Parasiten nicht wieder zurückgekommen zu sein.

K. *Nosema binucleatum* eine intercellulär wachsende Microsporidie.

Überblicke ich das Ermittelte, so hat sich der *Tipula*-Parasit als eine *Nosema*-Art herausgestellt, die durch das zähe Festhalten der Doppelkernigkeit charakterisiert ist und deren Schizogonie sich außer in Form einer typischen Sproßkettenbildung in einer Modifikation darstellen kann, die zur Rosettenbildung führt. Wohl



gegenüber allen anderen bisher bekannten Microsporidien zeigt der *Tipula*-Parasit eine wichtige Besonderheit, die ihn als besonders interessante Form erscheinen läßt. Es ist dies seine Entwicklung in einem zellenlosen Gewebe in der äußeren Schicht der Darmwand. Während sonst Microsporidien die typischen Zellparasiten sind, die in vielen Fällen eine mächtige Hypertrophie der befallenen Wirtszelle hervorrufen und sich nicht selten mit der Wirtszelle zu jenem eigentümlichen symbiontischen Komplex vereinigen, für den ich 1922 die Bezeichnung Xenon vorgeschlagen habe, haben wir hier eine völlig intercellulär in der Grundsubstanz wachsende Form vor uns. Ihre Cysten sind nicht wie die Cysten von *Glugea anomala* eigentümliche metamorphosierte Wirtszellen und entsprechen auch nicht wie die sog. Cysten von *Nosema lophii* Parasitenkolonien, die innerhalb von Wirtszellen herangewachsen sind, sondern stellen Aufblähungen der zellenfreien Grundsubstanz der Tunica elasticomuscularis des Darmes dar. Als flüssigkeitserfüllte Hohlräume verdienen sie hier selbst im Sinne der pathologischen Anatomie durchaus den Namen Cysten, der für die soeben zum Vergleich herangezogenen Formen, die solide Körper darstellen, nur in übertragenem Sinne gelten kann. Durch die Ansiedlung in der Tunica elastico-muscularis des Mückendarmes nutzt der *Tipula*-Parasit die gleichen günstigen Ernährungsbedingungen aus wie der Malariaparasit, wenn er als Ookinet das Epithel des *Anopheles*-Magens durchbohrt hat und nun in der äußeren Wand des Magens zur Oocyste auswächst. Der Strom der resorbierten Nahrung, der die Darmwand durchsetzt, ermöglicht hier wie dort eine gewaltige Vermehrung der Keimzahl des Parasiten und bietet einen vollgültigen Ersatz für die Leistung der Wirtszelle die sonst als Nahrungsspenderin fungiert.

L. Gesamtpathologie der Erkrankung.

Nachdem in den Abschnitten D, E, G und H versucht worden ist, den Bau und die Entwicklung von *Nosema binucleatum* im einzelnen zu verfolgen, soll nunmehr auf die Beziehungen zum Wirtsgewebe und das Gesamtverhalten der Infektion der *Tipula*-Larve noch genauer eingegangen werden. Im Abschnitt F, der von der Entstehung der jüngsten Cysten handelt, wurde die Auffassung entwickelt, daß die Cysten als Flüssigkeitsvakuolen um Parasitenkeime entstehen, die in die Grundsubstanz des Darmstützgewebes eingedrungen sind. Ich bin dabei zu der Vorstellung gelangt, daß die Grundsubstanz durch Flüssigkeitsabscheidung gewissermaßen zu den Cysten aufgebläht wird. Daß die Cysten auch weiterhin mit Flüssig-

keit gefüllte Hohlräume darstellen, läßt sich erstens mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit daraus entnehmen, daß in den Dauerpräparaten der Raum zwischen den Parasiten und der Membran größtenteils leer erscheint. Zweitens aber kann man sich in frischen Flächenpräparaten infizierter Darmstücke durch unmittelbare Beobachtung davon überzeugen, daß in den Cysten zwischen den Sporen gelegene Körnchen die Brown'sche Molekularbewegung zeigen und auch die Sporen selbst hin- und herschwingen.

Offenbar gelangt ein Strom der von der *Tipula*-Larve resorbierten verflüssigten Nahrung in die Cysten und die Osmose spielt sich so ab, daß die Cystenmembran prall gespannt bleibt. Dabei habe ich den Eindruck, daß die Cystenaufblähung zwar im großen ganzen mit der Zunahme der Keimzahl des Parasiten in den Cysten Hand in Hand geht, daß jedoch kein genauer Parallelismus besteht, sondern daß das Cystenwachstum durch Vermehrung der Flüssigkeit eine Zeitlang oder vielleicht auch periodisch der Vermehrung der Keimzahl in der Cyste vorauseilt und daß erst dann der vergrößerte Hohlraum der Cyste allmählich von der wachsenden Parasitenzahl ausgefüllt wird. Zunächst enthalten die Cysten nur sprossende Schizonten, dann Schizonten und Sporoblasten bzw. Sporen, dann einen Schizontenstammrest, Rosettenentwicklungszellen und eine zunehmende Menge von Sporen und schließlich lediglich reife Sporen. Mit diesen sind die ausgewachsenen Cysten dann dicht vollgepfropft und die Cystenmembran liegt dann der Sporenmasse unmittelbar auf.

Die Cysten, die lediglich reife Sporen enthalten, scheinen dabei aus denjenigen, die neben den Sporen noch membranlose jüngere Entwicklungsstadien aufweisen, nicht immer dadurch entstanden zu sein, daß jene Stadien allmählich sämtlich zu Sporoblasten wurden. Im Abschnitt H war ja an der Hand der Fig. 18, 23 u. 24 auf Taf. 24 bereits verschiedentlich auf Entwicklungsprozesse hingewiesen worden, die einen abnormen Verlauf nehmen. Nach Flemming-Fixation habe ich in lediglich Sporen führenden Cysten, die noch Cystenflüssigkeit enthielten, zwischen den Sporen eine Menge kleiner sich mit Safranin rot färbender Kügelchen gefunden. Ich vermute, daß nach Entstehung einer gewissen Sporenmenge in zahlreichen Fällen die restierenden jüngeren Stadien sich nicht weiter entwickeln, sondern unter Bildung jener Kügelchen einem Zerfall unterliegen und resorbiert werden. Ganz zum Schluß schwindet dann auch die Cystenflüssigkeit, so daß die Cystenmembran in der Sporenmasse dicht anliegt.

Aus nicht näher bekannten Gründen kommt es bisweilen zu

einer Loslösung eines großen Teiles der in der Tunica elastico-muscularis des Mitteldarmes entstandenen Cysten und zwar sowohl reifer Cysten wie solcher, die noch jüngere Stadien des Parasiten enthalten. Die losgelösten Cysten fallen dann in die Leibeshöhle und werden mit den Strömungen der Hämolymphe mitgeführt, so daß sie zwischen die Organe und unter anderen auch unter die Haut gelangen. Ist dies der Fall, so können sie besonders an dünneren Stellen der Hypodermis, soweit sie durch Sporenfüllung das Licht weiß reflektieren, durch die Haut als weiße Punkte durchschimmern (vgl. Fig. 2 Taf. 23). Die Infektion der Larve ist dann bei Lupenbetrachtung schon von außen zu erkennen und Fälle solcher Art waren es, die Herrn Geheimrat Müller aufgefallen waren und ihn veranlaßten, mich auf die vermutliche Protozoeninfektion der *Tipula*-Larve aufmerksam zu machen. Ich kann nichts Genaueres darüber sagen, unter welchen Umständen es zur Ablösung der Cysten von der Darmwand und ihrer Verstreuung im Larvenkörper kommt. Soviel ist sicher, daß es nicht immer nur Larven, die kurz vor dem Absterben stehen, sind, bei denen diese Erscheinung statthat. Auch wurde dieselbe nicht nur im Frühjahr und kurz vor der Verpuppung, sondern an im Aquarium gehaltenen Larven gelegentlich auch im Frühwinter beobachtet stets aber nur an einzelnen Exemplaren (vgl. Fig. 2 Taf. 23).

In solchen Fällen kommt es dann bei einem Teil der Cysten zu einem Zerreißen der Cystenmembran, so daß die Sporen frei in die Hämolymphe geraten. Hier werden sie von Phagocyten aufgenommen, die sich in Menge um ausgetretene Sporen ansammeln. Die Phagocytose ist gut an dem in Fig. 33 Taf. 25 abgebildeten mit Flemming'scher Flüssigkeit konservierten Präparat zu erkennen. Die Kerne der Phagocyten (k) sind mit Saffranin rot, ihr Plasma durch Lichtgrün grün gefärbt. Die Sporen von *Nosema binucleatum* sind durch die Osmierung braun gefärbt. Sie sind zum größten Teil bereits in das Plasma der Phagocyten aufgenommen (s). Oben rechts sieht man in der abgebildeten Gruppe außerhalb eines Phagocyten noch eine freiliegende Spore (i). Ob die Sporen nur als Fremdkörper von den Phagocyten aufgenommen und verschleppt oder ob sie in den Phagocyten zerstört werden, vermag ich nicht zu sagen.

Über Phagocytose bei Microsporidienerkrankungen liegen bereits einige Beobachtungen vor. So wurde von mir selbst (1913) der Einbruch von Phagocyten in die Cysten von *Glugea anomala* beschrieben. Ähnliche Beobachtungen haben Mrázek und ich bei

Nosema lophii gemacht im Gegensatz zu DOFLEIN, der die Phagocytenschale um die Cysten mit einer Infektion von Bindegewebszellen durch die Microsporidien („diffuse Infiltration") verwechselt hat. In neuerer Zeit hat ferner KUDO (1921) darauf aufmerksam gemacht, daß Sporen von *Nosema baetis* durch Blutzellen der befallenen Ephemeridennymphe phagocytiert werden. Aus der Arbeit von KUDO entnehme ich, daß ähnliche Beobachtungen auch schon früher für *Nosema bombycis* durch SASAKI (1897) und bei einer durch *Glugea laverani* bedingten Microsporidieninfektion von Polychäten durch CAULLERY und MESNIL 1899 gemacht worden sind.

Kehre ich zu der *Nosema*-Erkrankung der *Tipula*-Larve zurück, so geht ihre Harmlosigkeit schon daraus hervor, daß in den Südalpen der Prozentsatz der befallenen Tiere ein außerordentlich hoher ist. In Locarno habe ich im Herbst 1913 unter etwa 100 gesammelten Exemplaren überhaupt keine infektionsfreie Larve gefunden. Sterben Larven aus anderen Gründen, so werden aus dem zerfallenden Körper die Sporen ins Wasser und auf die den anderen Larven zur Nahrung dienenden Blättern gelangen. Aller Wahrscheinlichkeit nach werden die Parasitenkeime als Sporen mit den Blättern verschluckt. Vermutlich schlüpfen die Keime im Mitteldarm aus den Sporen aus und gelangen unter Durchwanderung des Epithels in die Tunica elastico-muscularis, deren Grundsubstanz sich dann um den Parasitenkeim zur Cyste umwandelt. Das ganz verschiedene Alter der Cysten — beurteilt nach Größe und Inhalt derselben —, das man bei einem und demselben Exemplar antreffen kann, spricht für das wiederholte Eintreten von Infektionen. Eine besonders günstige Gelegenheit für wiederholten Eintritt von Infektionen muß das Halten einer größeren Anzahl von Larven in einem kleinen Aquarium bieten, wenn die Reste abgestorbener Exemplare absichtlich nicht entfernt werden. In der Tat findet man unter diesen Bedingungen nach einigen Wochen den Mitteldarm der Larven über und über mit Cysten verschiedenen Alters besät.

Ein Übergang der Infektion bei der Verpuppung von der Larve in die Imago ist mir sehr wahrscheinlich. Ein solcher ist auch schon für andere Microsporidienerkrankungen von Mücken vermutet worden, so für *Stempellia magna* bei *Culex pipiens* durch KUDO (1921). Auch für *Thelohania legeri* HESSE (= *Th. illinoisensis* KUDO 1921), einen Parasiten von *Anopheles*-Larven, haben HESSE (1904) und KUDO (1921) die gleiche Ansicht ausgesprochen. In dem *Tipula*-Fall habe ich für *gigantea* den vermuteten Übergang noch nicht unmittelbar nachprüfen können, da ich die Larven bisher nicht bis zur vollendeten

Metamorphose gehalten habe. Für die Richtigkeit meiner Annahme spricht jedoch der Umstand, daß ich bei der Untersuchung von Stichproben gleich bei der ersten systematisch nicht näher bestimmten Tipulidenimago, die mir in Thüringen zuflog, im Zupfpräparat des Abdomens Microsporidiensporen von ganz ähnlichem Habitus, wie ihn die Sporen von *Nosema binucleatum* zeigen, auffinden konnte.[1]) Zur Erhärtung meiner Ansicht wäre es insbesondere wichtig, Imagines von *Tipula gigantea* aus der Südschweiz zu untersuchen. Ist meine Ansicht richtig, daß dieselben größtenteils durch *Nosema binucleatum* infiziert sind und gehen die Weibchen nach dem Eierlegen in der Nähe der Fundstellen der Larven zu grunde, so würde auch von den Imagines aus der Kreislauf der Infektion geschlossen sein, da dann die jungen Larven Sporen durch den Darm aufnehmen könnten, die von Muttertieren stammen.

II. Microsporidien aus *Tipula lateralis*. *Thelohania tipulae* n. sp.

Neben der Untersuchung von *Tipula gigantea* habe ich auch noch bei der Larve von *Tipula lateralis*, einer kleineren Tipulidenform, einige Beobachtungen über das Vorkommen von Microsporidien machen können. So habe ich erstens in einem Exemplar unter acht Larven, die ich Ende Juni 1915 in dem halbtrockenen Flußbett der Prosna bei Kalisch in Polen unter Steinen in der Nähe von Kräutern gesammelt habe, am Mitteldarm einen Cysten bildenden Parasiten gefunden, der *Nosema binucleatum* nahe steht oder mit ihm sogar identisch ist. Die Cysten sitzen ebenfalls in der Tunica elastico-muscularis des Darmes, allerdings etwas oralwärts von den Blindschläuchen des Mitteldarmes, während bei *Tipula gigantea* die Gürtelzone unmittelbar kaudalwärts der Blindschläuche die Prädilektionsstelle ist. Der Durchmesser der Cysten, die größtenteils reife Sporen enthalten, beträgt etwa 100 μ. Die Sporen haben etwa die gleiche Länge wie die Sporen von *Nosema binucleatum* aus *Tipula gigantea*. Ihr Reifegrad ist schon zu weit fortgeschritten, als daß

[1]) Bei der Tipulide *Pachyrhina pratensis* sind übrigens bereits von Leydig (1863) und Moniez (1887) bei Imagines Microsporidiensporen aufgefunden worden. Es handelt sich um die von Moniez als *Nosema stricta* bezeichnete Form. Von Kudo (1924) wird sie unter den unvollständig untersuchten Arten aufgeführt, für die es unsicher ist, zu welcher Gattung sie zu rechnen sind.



sich die Kernverhältnisse in ihnen noch mit Sicherheit beurteilen ließen. Für den Anschluß an *Nosema binucleatum* spricht aber das Verhalten der Schizonten, die sich in der Rindenschicht einer Cyste auffinden ließen. Dieselben sehen den Schizonten von *Nosema binucleatum* aus *Tipula gigantea* ganz ähnlich. Insbesondere weisen sie auch den charakteristischen Doppelkern auf.

Ein zweiter Microsporidienbefund in der Larve von *Tipula lateralis* bezieht sich auf einen ganz andersartigen und wie es scheint nur selten auftretenden Parasiten. Es handelt sich hier um eine *Thelohania*-Art, die als Zellparasit den Fettkörper befällt. Die Infektion kam nur bei einer einzigen Larve zur Beobachtung. Das erkrankte Exemplar erhielt ich im April 1913 aus Greifswald durch Herrn Geheimrat G. W. Müller zugesandt, dem bei der Sektion der Larve ein großer kreideweißer Lappen in der Leibeshöhle aufgefallen war. Herr Geheimrat Müller schickte mir erstens den lappigen Tumor, der eine sattelartig gebogene Gestalt und eine Länge von 9 und eine Breite von 3 mm hatte, und zweitens das Schwanzende der Larve beides in Formalin konserviert.

Zupfpräparat des Tumors ergaben den typischen Befund einer *Thelohania*. In großer Menge ließen sich Sporengruppen nachweisen, die regelmäßig aus acht Sporen bestanden. Die Sporen, die eine ovale Form aufwiesen, waren auf engsten Raum zusammengefügt und hingen meist mit den Langseiten zusammen. Die meisten Sporengruppen ließen im Zupfpräparat eine Hüllmembran vermissen (Fig. 31 a auf Taf. 24). Doch waren sie offenbar nur aus der Pansporoblastenmembran herausgefallen. Denn neben den Sporengruppen fanden sich leere Hüllen, die noch die Nischen erkennen ließen, in denen die Sporen gesessen hatten (Fig. 31 b). Während der Durchmesser der Pansporoblasten 7,5—9 μ betrug, sind die Dimensionen der Spore durchschnittlich auf 5×3 μ anzugeben.

Die Gestalt der Spore ist, wie Fig. 32 Taf. 24 zeigt, eine ovale, wobei der eine Pol deutlich stumpfer erscheint als der andere. Man kann die Sporen daher auch als annähernd birnförmig bezeichnen. Frische Sporen habe ich nicht untersuchen können. Das Bild der ungefärbten mit Formalin konservierten Spore in Wasser ist an zwei Exemplaren in Fig. 32 dargestellt. Die obere Spore ist bei hoher, die untere bei tiefer Einstellung der Mikrometerschraube gezeichnet. Die starke Lichtbrechung, die die Sporenhülle und das Sporoplasma zeigt, bewirkt, daß diese Gebilde bei hoher Einstellung heller, bei tiefer dunkler erscheinen als das umgebende Medium und ebenso je nach der Einstellung heller oder dunkler

als ein Spaltraum, der sich zwischen Sporoplasma und Sporenhülle findet. Das Sporoplasma, das keine Vakuolen einschließt, ist von ovaler Gestalt und steht mit dem spitzen Pol der Sporenhülle durch einen den hier erweiterten Spaltraum durchsetzenden Strang in Verbindung. Die Sporenhülle ist, wie man sieht, von beträchtlicher Dicke. Dem entspricht auch der Umstand, daß die reifen Sporen sich mit Hämatoxylin oder nach BIONDI nur schlecht finden lassen. Eine diffuse Färbung mit Safranin gelingt leicht (vgl. Fig. 35, 37, 38 Taf. 25). Da differenzierte Sporenfärbungen nicht gelangen, so kann ich über das Verhalten des Kernapparates nichts aussagen.

Auf Schnitten ließ sich ohne weiteres feststellen, daß der Tumorlappen einen Fettkörperlappen darstellt, dessen Zellen auf das dichteste mit den Sporengruppen vollgepfropft sind und unter dem Einfluß des Zellparasiten eine mächtige Hypertrophie erfahren haben. Der Fettkörper des Schwanzendes, der zum größten Teil vor der Infektion frei war, ermöglichte dabei den Größenvergleich der nicht befallenen und der hypertrophischen Zellen. In Fig. 34 u. 36 sind bei schwacher und bei mittlerer Vergrößerung Durchschnitte durch nichtinfizierte Fettkörperlappen abgebildet. Fig. 35 u. 37 zeigen daneben bei den gleichen Vergrößerungen die mächtige Hypertrophie, die die befallenen Zellen erfahren haben. Während ihr Durchmesser vor der Infektion etwa 22 μ beträgt, haben die Fettzellen nunmehr Flächendimensionen von $90 \times 80\ \mu$ erreicht. Die Parasiten haben in ihnen durch Safranin größtenteils eine rote Färbung angenommen. Soweit sie sich ab und zu durch Hämatoxylin blau gefärbt haben, handelt es sich wahrscheinlich um Gruppen noch nicht reifer Sporen. Zwischen den Sporengruppen erkennt man die hypertrophischen Kerne (k) der Fettzellen, die teils, wie Fig. 37 zeigt, prall bläschenförmig, teils wie in Fig. 38 bei noch stärkerer Vergrößerung dargestellt ist, offenbar sekundär geschrumpft sind. Plasma tritt zwischen den Sporengruppen bei der angewandten Färbung nicht hervor. Wahrscheinlich ist es auch bereits größtenteils geschwunden. Eine Zellmembran ist deutlich nachweisbar. Die zarten Pansporoblastenhüllen sind im Schnitt auch bei der stärkeren Vergrößerung von Fig. 38 nicht zu erkennen. Sehr deutlich aber sieht man die Gruppierung der Sporen in Paketen von je acht Elementen.

Die befallenen Zellen sind öfters doppelkernig, bisweilen, wie Fig. 37 zeigt, sogar mehrkernig. Doch kommt dies auch, wie Fig. 36 beweist, schon bei nichtinfizierten Fettzellen ab und zu vor.

Vergleiche ich die erhaltenen Befunde mit Angaben in der Literatur, so sind Fettkörpermicrosporidien ja bereits in großer

Zahl für verschiedene Gruppen von Wirtstieren (Crustaceen, Lepidopteren, Coleopteren, Orthopteren, Archipteren und besonders auch für Dipteren) und als Repräsentanten der verschiedensten Gattungen bekannt geworden. So kennt man als Fettzellparasiten Vertreter der Gattung *Nosema*, *Perezia*, *Gurlega*, *Plistophora*, *Stempellia*, *Cocconema*, *Telomyxa* und, was uns hier besonders interessiert, auch eine ganze Anzahl von *Thelohania*-Arten. Aus der Monographie von Kudo (1924) konnte ich zusammenstellen, daß bis 1924 17 *Thelohania*-Arten als Fettzellparasiten beschrieben worden sind und davon 13 Arten für Mücken, und zwar für die Larven von *Culex*, *Anopheles*, *Simulium*, *Tanypus*, *Limnophilus*, *Aedes*. Für eine ganze Anzahl dieser Formen wird angegeben, daß ihre Herde im Fettkörper als Tumoren imponieren können. Ausdrückliche Hinweise auf die Hypertrophie der befallenen Fettzellen finde ich in den Arbeiten von Debaisieux (1913) über den *Simulium*-Parasiten *Thelohania varians* von Kudo (1923) über den Ephemeridenparasiten *Thelohania baetica* und von Schröder (1914) über *Thelohania acuta*, eine im Fettkörper von Cyclops schmarotzende Form. Von nicht zu der Gattung *Thelohania* gehörigen Fettzellparasiten ist eine Hypertrophie der befallenen Fettzellen für *Nosema baetis* einen Ephemeridenparasiten und für *Stempellia magna* aus *Culex*-Larven durch Kudo (1921) beschrieben worden.

Von den *Thelohania*-Arten, die als Mückenparasiten beschrieben worden sind, haben, soweit ich sehe, nur einige in *Anopheles*-Larven gefundene Formen annähernd die gleiche Sporengröße wie die *Thelohania* aus *Tipula lateralis*. Es sind dies *Thelohania legeri* Hesse 1904 und *Thelohania obesa* und *pyriformis* Kudo 1924. Da im allgemeinen die Microsporidien spezifisch an ihre Worte angepaßt zu sein scheinen, so ist es nicht wahrscheinlich, daß die gleiche Form zwei so verschiedenartige Wirtstiere befallen sollte, wie es *Anopheles*- und Tipulidenlarven sind. Somit wird es sich bei der *Thelohania* aus *Tipula lateralis* wohl um eine nicht beschriebene Form handeln. Ich benenne die neue Art *Thelohania tipulae*. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß von einer anderen Tipulide *Pachyrhina pratensis* von Moniez 1887 die Sporen einer Microsporidie sowohl aus Larven wie aus Imagines unter dem Namen *Nosema stricta* beschrieben worden sind. Moniez hielt diese Form, die von Kudo (1924) mit Recht unter den ungenügend bekannten Arten aufgeführt wird, deren Gattungszugehörigkeit nicht feststeht, für identisch mit einer bereits von Leydig 1863 im Fettkörper der Imago jener Tipulide aufgefundenen Art. Da von Moniez nur die

Dimensionen der Sporen $5 \times 1{,}5\,\mu$) angegeben worden sind, eine weitere Beschreibung aber fehlt, die Angaben von LEYDIG aber noch unbestimmter sind, so läßt sich über etwaige Beziehungen zu den von uns beschriebenen Tipulidenmicrosporidien, insbesondere zu der im Fettkörper von *Tipula lateralis* aufgefundenen *Thelohania* nichts aussagen.

Zusammenfassung.

I.

In der zellenlosen Grundsubstanz der Tunica elastico-muscularis des Mitteldarmes von *Tipula gigantea* bildet eine Microsporidie echte Cysten. Diese stellen durch eine homogene Membran abgegrenzte mit Flüssigkeit gefüllte Blasen dar, in denen zahlreiche Keime des Parasiten flottieren.

Die jüngsten Cysten entstehen wahrscheinlich so, daß sich um einen Keim des Parasiten, der in die Grundsubstanz der Tunica elastico-muscularis gedrungen ist, eine Flüssigkeitsansammlung und um diese die Cystenmembran bildet. Innerhalb des Cystenbläschens vermehrt sich dann der Parasit und gleichzeitig bläht sich unter Diffusion von Nahrungssäften das Cystenbläschen immer mehr auf.

Es handelt sich um eine zur Gattung *Nosema* zu stellende neue Art: *Nosema binucleatum.*

Schizonten, Sporoblasten und Sporen sind durch den kontinuierlichen Besitz eines Doppelkernes ausgezeichnet. Conjugierte Kernteilungen und autogame Kernverschmelzung kamen in dem Teil des Entwicklungskreises, der sich in den Cysten abspielt und der allein Gegenstand der Untersuchung war, nicht zur Beobachtung.

Die Schizogonie verläuft im jungen Cysten unter Bildung typischer Sproßketten, in älteren Cysten unter Ausbildung von Rosetten. Die Sporenlänge variiert stark. Kleine Sporen sind wahrscheinlich von Abkömmlungen der Rosettenreihe, große von den Produkten der Schizontensproßketten abzuleiten.

Der Mitteldarm einer Larve kann mit über tausend Cysten bedeckt sein, die verschiedenen Infektionsperioden entstammen.

Bisweilen lösen sich die Cysten von der Darmwand ab und werden mit der Hämolymphe zwischen die Organe und unter die Haut geschwemmt.

Sporen, die nach Zerreißen der Cystenmembran aus den Cysten ausgetreten sind, werden von Phagocyten aufgenommen.

Die Infektion der Larven von *Tipula gigantea* ist in den Südalpen (Locarno, Bozen) sehr häufig. Wahrscheinlich geht sie auf die Imago über.

Die Entwicklung von *Nosema binucleatum* steht zum Verhalten der übrigen Microsporidien insofern im Gegensatz, als sie sich nicht unmittelbar auf Kosten einer Wirtszelle vollzieht, die Cystenbildung vielmehr in einer zellenlosen Grundsubstanz erfolgt.

II.

In einer Larve von *Tipula lateralis* wurde eine neue *Thelohania*-Art aufgefunden (*Thelohania tipulae*). Es handelt sich um eine im Fettkörper schmarotzende Form, die eine beträchtliche Hypertrophie der befallenen Fettzellen hervorruft.

Literaturverzeichnis.

Caullery, M. u. Mesnil, F. (1899): Sur la presence de Microsporidies chez les annélides polychètes. C. R. soc. biol. Paris T. 51 p. 791—792.

Chatton, E. u. Krempf, A. (1911): Sur le cycle évolutif et la position systématique des protistes du genre Octosporea Flu, parasites des muscides. Bull. soc. zool. France T. 36 p. 172—179, 2 textfig.

Debaisieux, P. (1913): Microsporidies parasites des larves de Simulium: Thelohania varians. La Cellule T. 30 p. 47—79, 3 pl.

Debaisieux, P. u. Gastaldi, L. (1919): Les Microsporidies parasites des larves de Simulium. II. La Cellule T. 30 p. 187—213, 3 pl.

Doflein, F. (1898): Studien zur Naturgeschichte der Protozoen. III. Über Myxosporidien. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. 11.

Fantham, H. B. u. Porter, A. (1912): The morphology and life history of Nosema apis and the significance of its various stages in the so-called „Isle of Wight“ disease in bees (Microsporidiosis). Ann. Trop. Med. Parasit. Vol. 6 p. 163—195, 3 pl., 1 textfig.

Gerbig, F. (1913): Über Tipuliden-Larven mit besonderer Berücksichtigung der Respirationsorgane. Zool. Jahrb., Abt. System., Bd. 35 p. 127—184, 2 Taf. 19 Textfig.

Grassi, B. (1901): Die Malaria. Studien eines Zoologen. Jena. 2. Aufl.

Hesse, E. (1904): Thelohania legeri n. sp.. Microsporidie nouvelle, parasite des larves d'Anopheles maculipennis Meig. C. R. soc. biol. Paris T. 57 p. 570—571.

— (1904): Sur le développement de Thelohania legeri Hesse. C. R. soc. biol. Paris T. 57 p. 571—572, 10 textfig.

Kudo, R. (1916): Contributions to the study of parasitic Protozoa. I. On the structure and life history of Nosema bombycis Nägeli. Bull. Imper. Seric. Exp. Stat. Tokio Vol. 1 p. 31—51, 2 pl.

Kudo, R. (1921): Studies on Microsporidia with special reference to those parasitic in mosquitoes. Journ. Morph. Vol. 35 p. 153—193, 5 pl., 1 textfig.

— (1923): Microsporidian parasites of ephemerid nymphs. Journ. Paras. Vol. 10 p. 22—24, textfig.

— (1924): A biologic and taxonomic study of the microsporidia. Illinois biological monographs Vol. 9 p. 1—268, 27 pl., 9 textfig.

— (1924a) Studies on microsporidia parasitic in mosquitoes. III. On Thelohania legeri Hesse 1904 (= Th. illinoisensis Kudo 1921). Arch. f. Protistenk. Bd. 49 p. 147—162, 1 pl., 9 textfig.

Lazarenko, T. (1925): Beiträge zur vergleichenden Histologie des Blutes und des Bindegewebes. II. Die morphologische Bedeutung der Blut- und Bindegewebselemente der Insekten. (Experimentelle Untersuchung.) Zeitschr. f. mikr. anat. Forschung Bd. 3 p. 409—499, 44 Textfig.

Léger. L. u. Hagenmüller (1897): Recherches sur les Glugéidées parasites des animaux d'eau douce. C. R. ass. France avanc. sci. T. 26 p. 552—555.

Leydig, F. (1863): Der Parasit in der neuen Krankheit der Seidenraupe noch einmal. Arch. f. Anat., Phys. u. wiss. Med. Jahrg. 1863 p. 186—192.

Mercier (1908): Néoplasie du tissu adipeux chez des blattes (Periplaneta orientalis L.) parasitées par une microsporidie. Arch. f. Protistenk. Bd. 11 p. 372—381, 1 Taf.

Moniez (1887): Observations pour la revision des microsporidies. C. R. acad. sc. T. 104 p. 1312—1314.

Mrázek, A. (1899): Sporozoenstudien. II. Glugea lophii Doflein. Sitz.-Ber. d. böhm. Ges. Wiss. math.-nat. Cl. Prag.

Omori, J. (1912): Zur Kenntnis des Pebrineerregers Nosema bombycis Nägeli. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt Bd. 40 p. 108—122, 1 Tafel.

Paillot, A. (1918): Deux microsporidies nouvelles parasites des chenilles de Pieris brassicae. C. R. soc. biol. T. 81 p. 66—68, textfig.

— (1918a): Perezia legeri nov. sp., microsporidie nouvelle, parasite des chenilles de Pieris brassicae. C. R. soc. biol. T. 81 p. 187—189, textfig.

Sasaki, C. (1897): Report on the studies on Pebrine-disease among Nipponese silk-worms. Tokio.

Schröder, O. (1909): Thelohania chaetogastris, eine neue in Chaetogaster diaphanus Gruith schmarotzende Microsporidienart. Arch. f. Protistenk. Bd. 14 p. 119—133, 1 Tafel.

— (1914): Beiträge zur Kenntnis einiger Microsporidien. Zool. Anz. Bd. 43 p. 320 bis 327, 7 Textfig.

Schuberg, A. u. Rodriguez, C. (1915): Thelohania corethrae n. sp., eine neue Microsporidienart aus Corethra-Larven. Arb. a. d. kais. Gesundheitsamt Bd. 50 p. 122—132, 2 Tafeln.

Stempell, W. (1902): Über Thelohania mülleri (L. Pfr.). Zool. Jahrb., Abt. f. Anat., Bd. 16 p. 235—272, 1 Tafel.

— (1909): Über Nosema bombycis Nägeli. Arch. f. Protistenk. Bd. 16 p. 281—358, 7 Tafeln, 1 Textfig.

Weissenberg, R. (1911): Über Microsporidien aus dem Nervensystem von Fischen (Glugea lophii Doflein) und die Hypertrophie der befallenen Ganglienzellen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 78 p. 383—421, 2 Tafeln.



WEISSENBERG, R. (1913): Beiträge zur Kenntnis des Zeugungskreises der Microsporidien Glugea anomala MONIEZ und hertwigi WEISSENBERG. Ach. f. mikr. Anat. Bd. 82, Abt. 2, p. 81—163, 4 Tafeln, 6 Textfig.

— (1921): Zur Wirtsgewebsableitung des Plasmakörpers der Glugea anomala-Cysten. Arch. f. Protistenk. Bd. 42 p. 400—521, 1 Tafel.

— (1922): Microsporidien, Myxosporidien und Chlamydozoen als Zellparasiten von Fischen. Verh. d. deutsch. Zool. Ges. Bd. 27 p. 41—43.

Tafelerklärung.

Die photographischen Aufnahmen (Fig. 1—3) wurden durch Frl. SCHLEGEL hergestellt, die Ausführung der Zeichnungen der Dauerpräparate verdanke ich wiederum Frau E. SCHULTZ-HENKE.

Tafel 23.

Fig. 1. Zwei junge Herbstlarven von *Tipula gigantea*. Formalinkonservierung. Ansicht der Ventralseite. o Kopfende, k Kiemen, f chitinige Schwanzfortsätze. Vergr. 2,1 : 1.

Fig. 2. Schwanzende der kleineren Larve von Fig. 1 stärker vergrößert. Ansicht der Ventralseite. k Kiemen, f chitinige Schwanzfortsätze, a Afteröffnung, c Cysten von *Nosema binucleatum* durch die Hypodermis durchschimmernd. Vergr. 9 : 1.

Fig. 3. Desgl. Ansicht der Dorsalseite schräg von dorsal und kaudal aus gesehen. f chitinige Schwanzfortsätze, die einen sechsstrahligen Stern bilden, st Tracheenmündungen (Stigmen). Vergr. 9 : 1.

Fig. 4. Auspräparierter Mitteldarm einer ausgewachsenen Larve von *Tipula gigantea*, reichlich infiziert mit Cysten von *Nosema binucleatum* (c). b Blindschläuche des Mitteldarmes, t Trachee, m Faserzüge der Darmmuskulatur. Vergr. etwa 6 : 1.

Fig. 5. Stück eines Querschnittes durch den Mitteldarm einer ausgewachsenen Larve von *Tipula gigantea* an einer nicht infizierten Stelle. Protokollnummer (13) 160 α, Objekttr. 8, Schnitt 2. Schnittdicke 10 μ. v Cuticula des Darmepithels, d Kern einer Cylinderepithelzelle, z Kern einer Ersatzepithelzelle, e elastische Fasern im Querschnitt, r Ringmuskelfaser längs getroffen, l Längsmuskelfasern quer getroffen, g Grundsubstanz der Tunica elastico-muscularis, w Wanderzellen (Phagocyten), t Trachee quer getroffen. Fixation: FLEMMING'sche Flüssigkeit. Färbung: Safranin-Lichtgrün. Vergr. 600 : 1.

Fig. 6. Querschnitt durch ein stark infiziertes Mitteldarmstück einer ausgewachsenen Larve. (13) 153 α, Obj. 11, Schnitt 2. Schnittdicke 10 μ. d Kern einer Cylinderepithelzelle, z Ersatzepithelzelle, e elastische Fasern im Querschnitt, r Ringmuskelfaser, l Längsmuskelfasern quer getroffen, g Grundsubstanz der Tunica elastico-muscularis. a, b, c Cysten von *Nosema binucleatum*. Fixation: Sublimat-Alkohol nach SCHAUDINN. Färbung: Hämatoxylin-Safranin. Vergr. 367 : 1.

Fig. 7. Spore von *Nosema binucleatum* mit ausgeschnelltem Polfaden. Frisches Präparat in Kochsalzlösung. Vergr. 1750 : 1.



Tafel 24.

Fig. 8. Flächenapparat der *Tunica elastico-muscularis* des Mitteldarmes, dessen Epithel durch Abpinseln entfernt ist, von innen gesehen. (13) 270. l Längsmuskelfasern, k Kerne der Längsmuskelfasern, r Ringmuskelzüge, t Trachee, a, b Cysten von *Nosema binucleatum*. Fixation: FLEMMING'sche Flüssigkeit. Färbung: Safranin-Lichtgrün. Vergr. 125:1.

Fig. 9. Stärkere Vergrößerung eines Stückes des gleichen Präparates. l Längsmuskelfasern, r Ringmuskelzüge, e elastisches Fasernetz, b Cyste von *Nosema binucleatum*. Um die Cysten in der Zeichnung deutlicher hervortreten zu lassen, ist das elastische Fasernetz und die Ringmuskulatur über den Cysten fortgelassen. Vergr. 367:1.

Fig. 10—30. Entwicklungsstadien von *Nosema binucleatum*. Vergr. 1750:1.

Fig. 10. Sporen frisch in Wasser untersucht.

Fig. 11. Sporen aus einem mit FLEMMING'scher Flüssigkeit konservierten und mit Safranin-Lichtgrün gefärbten Flächenpräparat des Mitteldarmes. (13) 276.

Fig. 12. Aus dem gleichen Präparat. b, c zwei jüngere Sporen, in denen die Kerne deutlich hervortreten.

Fig. 13. Sporen aus einem mit Formalin konservierten und mit Hämatoxylin gefärbten Schnittpräparat. (12) 264 γ.

Fig. 14. Sporen aus einem nach SCHAUDINN (mit Sublimat-Alkohol) konserviertem und mit Hämatoxylin gefärbtem Ausstrich. (13) 210 α.

Fig. 15. Sporoblasten aus einem mit FLEMMING'scher Flüssigkeit konservierten und mit Safranin gefärbtem Schnitt. (13) 152 β.

Fig. 16. Sporoblasten aus einem nach SCHAUDINN konservierten und mit Hämatoxylin gefärbten Flächenpräparat des Mitteldarmes. (13) 308.

Fig. 17. Übergangsstadien zwischen Schizonten und Sporoblasten aus einem mit FLEMMING'scher Flüssigkeit konservierten und mit Safranin-Lichtgrün gefärbten Flächenpräparat des Mitteldarmes. (13) 276.

Fig. 18. Mehrkernige Kugeln (abnorme Schizontenentwicklung) aus einem nach SCHAUDINN konservierten und mit Hämatoxylin gefärbten Flächenpräparat des Mitteldarmes. (13) 253.

Fig. 19. Junge Cyste aus einem Flächenpräparat des Mitteldarmes in frischem Zustande skizziert.

Fig. 20. Das gleiche Präparat nach Konservierung nach SCHAUDINN und Färbung mit Hämatoxylin. (13) 253.

Fig. 21. Schizonten in Sprossung aus Cysten des gleichen Flächenpräparates.

Fig. 22. Schlauchzellen aus einem nach SCHAUDINN konservierten und mit Hämatoxylin gefärbten Flächenpräparat. (13) 308.

Fig. 23 u. 24. Schlauchzellen in Degeneration aus Cysten des gleichen Präparates.

Fig. 25—30. Rosettenentwicklungsreihe aus Flächenpräparaten.

Fig. 25. Fixation nach SCHAUDINN. Färbung: Hämatoxylin. (13) 308.

Fig. 26. Fixation: FLEMMING'sche Flüssigkeit. Färbung: Safranin-Lichtgrün. (13) 270.

Fig. 27 u. 28. Fixation: FLEMMING'sche Flüssigkeit. Färbung: Safranin-Lichtgrün. (13) 276.

Fig. 29. Fixation nach SCHAUDINN. Färbung: Hämatoxylin. (13) 253.

Fig. 30. Fixation: FLEMMING'sche Flüssigkeit. Färbung: Safranin-Lichtgrün. (13) 270.



Fig. 31. a Achtergruppe der Sporen von *Thelohania tipulae*, b leere Pansporoblastenhülle aus einem ungefärbten Zupfpräparat des Fettkörpertumors von *Tipula lateralis*. Fixation: Formalin. Vergr. 960 : 1.

Fig. 32. Zwei Sporen von *Thelohania tipulae* aus dem gleichen Zupfpräparat, die eine bei hoher, die andere bei tiefer Einstellung gezeichnet. Vergr. 1750 : 1.

Tafel 25.

Fig. 33. Aus einem Phagocytenhaufen einer Larve von *Tipula gigantea*, bei der nach Ablösung von Cysten vom Mitteldarm eine Verschleppung derselben durch die Hämolymphe unter Austritt von Sporen stattgefunden hat. Die Sporen (s) sind größtenteils von den Phagocyten aufgenommen worden. k Kern eines Phagocyten, i freiliegende Spore. Schnittpräparat. Fixation: Flemming'sche Flüssigkeit. Färbung: Safranin-Lichtgrün. (13) 157 β_1. Vergr. 960 : 1.

Fig. 34—38. Schnitte durch den Fettkörper von *Tipula lateralis*. Formalinfixation. Färbung: Hämatoxylin-Safranin. Schnittdicke 10 μ.

Fig. 34. Schnitt durch ein nicht infiziertes Stück des Fettkörpers. (13) 177 α. O 1, S 1. Vergr. 74 : 1.

Fig. 35. Schnitt durch mit *Thelohania tipulae* infizierte Fettzellen bei der gleichen Vergrößerung dargestellt. (13) 177 γ_5. O 1, S 2. Vergr. 74 : 1.

Fig. 36. Das in Fig. 34 abgebildete Präparat stärker vergrößert. Vergr. 310 : 1.

Fig. 37. Infizierte Fettzellen desselben Schnittes bei der gleichen Vergrößerung dargestellt. k Kerne der Fettzelle. Vergr. 310 : 1.

Fig. 38. Schnitt durch eine infizierte Fettzelle. k Kerne der Fettzelle. (13) 177 γ_5. O 1, S 2. Vergr. 500 : 1.

Parasitische Infusorien aus dem Baikal-See. [1]

(Baikal-Expedition des Zoologischen Museums der Universität Moskau 1917.)

Von

L. L. Rossolimo (Moskau).

(Hierzu 1 Textfigur und Tafel 26 u. 27.)

Zurzeit besitzen wir eine Anzahl von zoologischen Arbeiten, die den Baikal betreffen und die insgesamt eine Charakteristik der Fauna dieses Beckens geben. Man kann nicht sagen, daß wir über alle Klassen des Tierreichs hinreichende Kenntnisse besitzen, im Gegenteil, über einige darunter wissen wir recht wenig, und eine Gruppe — die der parasitischen Organismen — blieb bis jetzt gänzlich unerforscht. Der Umstand, daß gerade die Parasitenfauna des Baikals bis jetzt ihren Forscher nicht gefunden hat, beruht allerdings nicht auf einem Zufall, im Gegenteil ist selbstverständlich und begreiflich, wenn man die Aufgaben und Ziele, die sich die Erforscher des Baikal-Sees stellten, in Betracht stellt. Wie bekannt, hatte man erst vor kurzem mit dem Studium dieses Beckens begonnen, wobei schon die ersten Arbeiten von Dybowsky eine Anzahl von solch interessanten und wichtigen Problemen, wie der Ursprung der Fauna des Baikals, deren Alter, Entwicklung usw. in den Vorder-

[1]) Diese Arbeit wurde bereits 1918 gänzlich abgeschlossen, konnte aber bis jetzt nicht gedruckt werden, da Oligochäten, die von der Expedition gesammelt wurden, noch nicht bearbeitet wurden, folglich konnte man auch Wirtstiere der Parasiten nicht kennen. Erst vor kurzem wurden diese Materialien an Prof. Dr. Michaelsen abgeschickt, der in liebenswürdiger Weise sich bereit erklärte, dieselben zu bestimmen. Ich ergreife an dieser Stelle die Gelegenheit, um ihm nochmals zu danken.



grund schoben. Alle späteren Forscher des Baikals waren bestrebt, etwas Neues zur Lösung dieser rätselhaften faunistischen Fragen beizutragen und wandten sich selbstverständlich den Gruppen der Organismen, welche in dieser Hinsicht das Größte geben konnten, zu. Es ist klar, daß zu solchen Zwecken Parasiten am wenigsten tauglich sind, da ihre zoogeographische Bedeutung der der freilebenden Organismen bei weitem nachsteht. Augenscheinlich hatten sich die Hoffnungen, die man für freilebende Gruppen gelegt hat, auch glänzend bestätigt, und jede Untersuchung auf diesem Gebiete bot reichhaltiges Material für Schlußfolgerungen zoogeographischer Art und brachte viele neue endemische Arten an den Tag, ja sogar ganze Gruppen von Organismen. Es schien, daß unter den Parasiten, die doch als Kosmopoliten gelten, bei weitem nicht soviel Neues und Wertvolles wie bei den freilebenden Formen zu entdecken sei, und daß das Studium der Parasiten keine Grundlagen für die Aufstellung der Hypothesen über den Ursprung und die Entwicklung der Baikalfauna geben konnte. Indem wir diese Behauptungen nicht widerlegen wollen, wollen wir aber darauf hinweisen, daß doch das Studium der Parasitenfauna des Baikals viel Interessantes und Neues bringen kann, und daß jedenfalls keine Gründe dafür vorliegen, daß man a priori das Studium der Parasiten im Stich läßt, indem man die Bedeutung allgemein-zoologischer Art, welche jede neu entdeckte Form mit sich bringen kann, stets im Auge behält. Die Baikal-Expedition, ausgerüstet vom Zoologischen Museum der Universität Moskau, hatte neben den allgemein-faunistischen Arbeiten auch die über die Parasitenfauna unternommen, wobei es sich schon von Anfang an herausstellte, daß Parasiten der Baikaltiere in mancher Hinsicht nicht weniger Interesse darbieten können als die freilebenden Formen.

Was mich persönlich anlangt, so habe ich Untersuchungen an parasitischen Protozoen, speziell Infusorien, vorgenommen. Man mußte sich auf Infusorien darum beschränken, da Untersuchung anderer Formen in den Verhältnissen unseres Expeditionslaboratoriums nicht möglich war. So wurden z. B. im Darm einiger Gammaridenarten viele eigenartige Gregarinenarten gefunden. Man hat Gründe anzunehmen, daß alle oder fast alle zahlreiche Gammaridenarten durch spezielle Gregarinenarten infiziert sind. Es ist klar, daß dieses reichhaltige Material ein Thema an und für sich für spezielle monographische Untersuchungen sein kann; das Material konnte aber in keinem Falle binnen des kurzen Aufenthaltes der Expedition auf dem Baikal bearbeitet werden.

Um parasitische Infusorien zu gewinnen, untersuchte ich eine Anzahl von Formen; das zusammengebrachte Material erwies sich reichhaltiger, als es zu erwarten war. Es wurden mehr als zehn Oligochätenarten untersucht, wobei bei den meisten parasitische Infusorien gefunden wurden. Fünf *Turbellaria*-Arten gaben zwei Parasitenarten aus der Gattung *Ophryoglena*. Bei einigen Molluskenarten wurden Infusorien überhaupt nicht gefunden, desgleichen bei einigen untersuchten Gammariden. Untersuchungen an gefundenen Parasiten wurden hauptsächlich an Ort und Stelle in vivo in einem Tropfen physiologischer Lösung ausgeführt; in solcher Lösung fühlen sich die Infusorien wohl, was dem Beobachter erlaubt, sie binnen mehr oder wenig langer Zeit beobachten zu können. Es sei bemerkt, daß parasitische Infusorien-Astomata ein besonders günstiges Objekt für Beobachtungen in vivo dank der bewunderungswürdigen Durchsichtigkeit des Plasmas und dem Fehlen etwaiger Plasmaeinschlüsse bieten. Darum erlaubten mir meine Beobachtungen in vivo genau den Bau des Kernapparates, des Skelettes, der Bewimperung und andere Details der Organisation der gefundenen Parasiten zu untersuchen. Beim Studium meines Materials an Ort und Stelle bediente ich mich neben den Beobachtungen in vivo auch der Methode der Färbung mit Methylgrün + Essigsäure ohne vorherige Fixation. Diese Methode erwies sich als sehr nützlich, da man dieselbe leicht im Expeditionslaboratorium anwenden konnte. Bei der Herstellung von Präparaten gebrauchte ich als Fixationsflüssigkeiten das Gemisch nach Bouin, sowie gesättigte Sublimatlösung mit Essigsäure; um kleine Objekte zu fixieren, wurde die Methode der Ausstriche verwendet. Als Farblösung wurde Delafield's Hämatoxylin und Eisenhämatoxylin (Ausstriche und Schnitte) angewandt. Die letzte Farbe erwies sich als besonders günstig für die Differenzierung der Skeletteile. Bei meinen Untersuchungen habe ich mich hauptsächlich auf die Morphologie der parasitischen Infusorien beschränkt. Eine Anzahl von interessanten Fragen, wie die über den Lebenscyclus, über den Geschlechtsprozeß und über die Art der Infizierung neuer Individuen der Wirtstiere mußte ich beiseite lassen, da es mir an günstigen Arbeitsmöglichkeiten mangelte.

Ich habe im ganzen elf Arten von parasitischen Infusorien, darunter alle für die Wissenschaft neu, gefunden und untersucht. Einige darunter wiesen sogar solch eigenartige Organisationszüge auf, daß ich mich genötigt fühlte, neue höhere taxonomische Einheiten einzuführen.

Dem Auseinanderlegen einiger Fragen der Systematik der parasitischen Infusorien werden später einige Zeilen gewidmet; jetzt aber gehe ich zur Beschreibung der von mir gefundenen Formen über.

Anoplophrya parva n. sp.
(Taf. 26 Fig. 1.)

Dies kleine Infusorium wurde im Darm einer Oligochäte, die im feuchten Sande unter Steinen am Wasser lebt, gefunden. Der Parasit kommt selten vor, man muß etwa einige Zehner von Würmern öffnen, ehe man einen infizierten zu sehen bekommt; infizierte Exemplare enthalten für gewöhnlich eine nur unbeträchtliche Anzahl von Parasiten. Man muß demnach *A. parva* zu den seltenen Formen rechnen. Der Körper von *A. parva* ist länglich, am vorderen Teil etwas verbreitert. Der hintere Teil ist abgerundet, der vordere konisch und etwas zugespitzt. Der ganze Körper ist gleichmäßig von langen dünnen Wimpern bedeckt. Die oberflächliche ectoplasmatische Schicht ist homogen [1]) und etwas heller als das übrige Plasma. Am vorderen Körperteil ist die Ectoplasmaschicht etwas verdickt. Das Entoplasma entbehrt jeglicher Einschließungen. Der Kernapparat erscheint als typisch für die Fam. Anoplophryidae — er besteht aus einem bandförmigen Macronucleus und einem kleinen Micronucleus. Der Macronucleus erreicht nicht das Körperende, wie es bei vielen anderen Anoplophryidae der Fall ist; er ist bedeutend kürzer als der Körper. Seine Struktur ist eine gleichmäßig körnige. Der Micronucleus erscheint als ein beständiger Bestandteil des Kernapparates, er hat die Form eines runden, etwas ausgezogenen Körperchens, das gewöhnlich im hinteren Körperteile gelagert ist. 3—5 kontraktile Vakuolen sind in einer Reihe auf einer Seite des Macronucleus gelagert.

Die Vermehrung von *A. parva* geschieht auf dem Wege der Querteilung in gleiche Teile.

Dimensionen sind ziemlich beständig: Länge 60—80 μ, Breite 17 μ. Die Bewegungen von *A. parva* sind verhältnismäßig langsam, wobei die Vorwärtsbewegung von einer Drehung um die Längsachse begleitet wird. Das Infusorium erscheint oft etwas gekrümmt, im allgemeinen ist aber die Form des Körpers sehr beständig und erleidet keine Deformationen von mechanischen Einwirkungen bei der

---

[1]) Der Ausdruck „homogen“ deutet nicht im geringsten auf die cytologische Charakteristik des Ectoplasmas, sondern vielmehr auf sein Gesamtaussehen bei kleinen Vergrößerungen.



Bewegung. Von anderen Arten der Gattung unterscheidet sich *A. parva* erstens durch ihre winzige Größe — nur *A. minima* Léger et Duboscq, die ein wahrer Zwerg unter den übrigen Anoplophryen ist, und *A. alluri* Cepède übertreffen nicht an Länge *A. parva*, alle übrigen Arten dieser Gattung haben dagegen größere Dimensionen. Als weitere Unterscheidungsmerkmale von *A. parva* dienen der konisch zugespitzte vordere Körperteil und die Anordnung der kontraktilen Vakuolen in einer Reihe.

Als Wirt erscheint *Mesenchitraeus bungei* Mich.

Die Gesamtheit aller dieser Merkmale unterscheidet *A. parva* von allen bekannten *Anoplophrya* und gibt Anlaß, sie für eine selbständige Art zu betrachten.

Anoplophrya baikalensis n. sp.

(Taf. 26 Fig. 2.)

A. baikalensis wurde im Darm einer großen Oligochäte, welche den schwarzen Schlamm der Buchten der Tschiwyrkuisky-Bai auf der Tiefe von 10—20 m bewohnt, gefunden.

Das Infusorium wird sehr oft gefunden, fast jeder Wurm ist von einer beträchtlichen Anzahl von Parasiten infiziert. Es ist interessant, daß Parasiten sich gewöhnlich in einem bestimmten Körperteile anhäufen — in vorderer Hälfte des Darmkanals. Indem man den Wurm zwischen zwei Objektträger drückt, kann man im angegebenen Darmteile beträchtliche Anhäufungen von sich wurmartig bewegenden Parasiten beobachten.

Die allgemeine Körperform von *A. baikalensis* ist länglich und zum vorderen Teil etwas verbreitert. Beide Körperenden sind abgerundet, wobei das vordere Ende etwas stumpfer und breiter ist. Die Bewimperung ist gleichmäßig auf der ganzen Oberfläche und besteht aus langen dünnen Wimpern. Die Ectoplasmaschicht ist in Form einer hellen Randschicht von gleicher Dicke längs des ganzen Körpers. Das Entoplasma enthält, wie bei den übrigen parasitischen Infusorien-Astomata, keine Plasmaeinschlüsse und ist sehr durchsichtig. Der Macronucleus ist bandförmig und feinkörnig. Der Micronucleus befindet sich im hinteren Körperteile des Infusoriums und hat die Form eines kleinen abgerundeten oder spindelartigen Körpers. Er ist leicht wie auf lebendigen Objekten, so auch auf gefärbten Präparaten zu sehen. Kontraktile Vakuolen (4—8) sind von verschiedener Größe und in eine Reihe angeordnet.

Das Infusorium vermehrt sich durch Querteilung in gleiche Teile. Dimensionen von *A. baikalensis*: Länge 110—160 μ, Breite 28—35 μ. Das Infusorium bewegt sich ziemlich schnell, indem es Kurven durchläuft; die Vorwärtsbewegung wird von einer Drehung um die Längsachse begleitet. Zum Unterschied von *A. parva* deformiert sich *A. baikalensis* leicht, wenn das Tier auf seinem Wege Hindernisse in Form von harten Partikelchen des Darminhaltes des Wurmes trifft. Beim Beobachten des Wurmes unter natürlichen Bedingungen, indem man ihn zwischen die Objektträger drückt, kann man sehen, wie er sich den Weg zwischen dem Darminhalt, sich wurmartig schlängelnd, einschlägt.

Der Wirt ist *Lamprodrilus satyriscus* Mich. f. *ditheca*.

Mesnilella rostrata n. sp.
(Taf. 26 Fig. 3—6.)

M. rostrata gilt wohl als einer der verbreitetsten Parasiten der Baikal-Oligochäten, da die Form von mir im Darme einiger Oligochätenarten, die an verschiedenen Stellen der Tschiwyrkuisky-Bai, dabei hauptsächlich auf steinigem Boden und auf verschiedenen Tiefen, gefunden wurde. Einige Oligochätenarten sind nicht besonders stark infiziert, andere dagegen sind so stark infiziert, daß der Darm eines jeden Wurmexemplares von Parasiten überfallen ist. Der Körper von *M. rostrata* ist länglich, nach vorn verjüngt und zugespitzt, nach hinten abgerundet. Der vordere Körperteil ist nach einer Seite hin schnabelartig gebogen, und der ganze Körper ist etwas abgeflacht, infolgedessen eine bilateral-symmetrische Form entsteht.

Die Bewimperung ist gleichmäßig und besteht aus langen, dünnen Wimpern, die in längliche dichte Reihen eingeordnet sind. Das Ectoplasma ist heller als das Entoplasma und verdickt sich etwas am vorderen zugespitzten Körperende. Das Entoplasma besitzt eine Maschenstruktur und enthält keine Plasmaeinschlüsse.

Die für das Genus *Mesnilella* charakteristische Skelettspicula beginnt bei *M. rostrata* am vorderen Teil und geht längs des konkaven Körperteiles, ungefähr auf $^2/_3$ der Körperlänge. Diese Spicula ist längs ihrer ganzen Ausdehnung wellenartig gekrümmt und verjüngt sich allmählich von vorn nach hinten. Es war für mich für systematische und morphologische Zwecke von Wichtigkeit exakt zu bestimmen, ob die Skelettspicula im Ecto- oder im Entoplasma liegt. Indem ich Spicula am lebenden Material aufmerksam durchmusterte, wurde ich gewahr, daß sie im Entoplasma liegt. Um den

endgültigen Entscheid darüber zu fassen, wurden Schnitte, die mit Eisenhämatoxylin gefärbt wurden, durch das Infusorium in verschiedenen Richtungen angefertigt. Auf diesen Schnitten gelang es endgültig zu entscheiden, daß die Skelettspicula von *M. rostrata* längs ihrer ganzen Ausdehnung im Entoplasma liegt.

Der Macronucleus von *M. rostrata* bildet keine Charaktereigentümlichkeiten, ungeachtet seiner verhältnismäßig geringen Länge, die kaum $^2/_8$ der Körperlänge erreicht.

Die Frage nach dem Vorhandensein des Micronucleus bei den Arten der Gattung *Mesnilella* als eines selbständigen Elementes des Kernapparates kann bis jetzt noch nicht als endgültig entschieden gelten. Bis jetzt findet man bei Beschreibung einiger Arten dieser Gattung Hinweise auf das Fehlen von Micronucleen. So z. B. spricht André in einer der neuen Arbeiten über Infusorien-Astomata (1911) bei Beschreibung einer neuen Art von *Mesnilella Cépèdei* folgendes: „Micronucleus fehlt scheinbar ebenso wie bei den anderen *Mesnilella*-Arten." Was vier Arten aus der Gattung *Mesnilella*, die von mir gefunden wurden, betrifft, so wird bei ihnen das Vorhandensein des Micronucleus leicht konstatiert, besonders an lebenden Objekten. Indem ich mich auf meine eigenen Beobachtungen stütze, schließe ich mich vollständig Cépède (1910) an, nach dem bei den Formen, bei denen der Micronucleus wenn noch nicht gefunden, dennoch bei sorgfältigem Suchen gefunden wird.

Bei *M. rostrata* ist der Micronucleus ungefähr in der Mitte des Infusoriumkörpers gelagert, er besitzt die Form des ovalen Körperchens. Ich habe oft die mitotische Teilung der Micronucleus an lebenden Objekten beobachtet. Einige Stadien dieses Prozesses nach gefärbten Präparaten sind auf Fig. 4—6 dargestellt. Ich bemerke, daß die Bilder der Mitose, die in vivo beobachtet werden, ganz mit denen, die man an Präparaten beobachtet, zusammengefallen. Kontraktile Vakuolen (4—10) sind in einer Reihe längs der konvexen Körperseite angeordnet.

Die Vermehrung von *M. rostrata* vollzieht sich durch Querteilung in zwei gleiche Teile.

Die Dimensionen des Infusoriums schwanken beträchtlich. Es werden kleinere Individuen — 75 μ lang — zusammen mit größeren, die 280 μ erreichen, gefunden. Die Breite ist beständiger — von 25—28 μ. Die Infusorien bewegen sich langsam, indem sie eine Kurve beschreiben, eine Drehung wird dabei nicht beobachtet. Infusorien, ins Uhrgläschen mit physiologischer Lösung gebracht, gleiten am Boden des Gläschens auf die flache Körperseite.

M. rostrata wurde bei folgenden Oligochäten gefunden: *Lamprodrilis stigmatias* Mich., *Teleuscolex Korotneffi* Mich., *T. baikalensis* Mich. und *Styloscolex baikalensis* Mich.

Indem ich die Beschreibung dieser Form zu Ende führe, will ich noch auf eine Tatsache hinweisen, die für mich nicht ganz verständlich ist. Im Darm der Oligochäte *Teleuscolex Korotneffi* Mich. wurden außer den gewöhnlichen Exemplaren von *M. rostrata* auch Formen gefunden, die in allen Merkmalen mit ihnen identisch, sich aber nur durch ihre gigantischen Dimensionen — ihre Länge betrug 700 μ bei verhältnismäßig geringer Breite — auszeichneten. Übergangsformen, was Größe zwischen den normalen *M. rostrata* und den rätselhaften gigantischen Individuen betrifft, habe ich nicht gefunden. Diese Formen sind wenig beweglich und behalten lange die von ihnen angenommene gebogene Form. Auch die Art der Vermehrung gilt als Unterscheidungsmerkmal dieser Formen; hier hat man Knospung anstatt der Teilung, der für normale *M. rostrata* charakteristisch ist. Ob man es hier mit einer selbständigen Art zu tun hat oder nicht, ist für mich noch unklar. Das Zusammenfinden beider Formen im Darm eines und desselben Wirtes und das völlige Zusammenfallen morphologischer Merkmale spricht dafür, daß eine gewisse Verbindung zwischen den beiden Formen besteht.

Mesnilella depressa n. sp.

(Taf. 26 Fig. 7 u. 8.)

M. depressa wurde im Darm einer kleinen Oligochäte, welche geringe Tiefen, ca. 15 m, im schwarzen Schlamme der Ongokonsky Bucht der Tschiwyrkuisky-Bai bewohnt, gefunden.

Infizierte Würmer werden ziemlich oft gefunden, jedoch in jedem Individuum wird eine verhältnismäßig geringe Anzahl Parasiten gefunden.

Die Körperform von *M. depressa* ist länglich und etwas gekrümmt. Das hintere Körperende ist einfach abgerundet, das vordere ist ziemlich kompliziert. Dieses Ende weist eine bilaterale Symmetrie auf, so daß, um bequem beschreiben zu können, man bedingungsweise eine ventrale, eine dorsale und zwei seitwärts gelegene Seiten unterscheiden kann. Die dorsale Seite ist konvex, die ventrale flach und schräg abgeschnitten. Von der ventralen Seite gesehen erscheint der vordere Teil des Parasiten etwas keulenartig angeschwollen und zugespitzt (Fig. 8 Taf. 26). Bei der Durchmusterung der ventralen, schräg abgeschnittenen Oberfläche am lebenden Material bekam ich

die Überzeugung, daß sich hier zwei Vertiefungen befinden, längs den Seiten der konvexen Walze gelagert, die von der Spitze des Körpers geht. Die Bedeutung der besonderen Organisation des vorderen Endes des Parasiten wird aus dem Weiteren klar, wo einige biologische Angaben angeführt werden. Der Wimperüberzug ist gleichmäßig längs des ganzen Körpers, am vorderen Ende kommen längliche Wimperreihen etwas eigenartig zur länglichen Walze zusammen.

Ecto- und Entoplasma von *M. depressa* weisen keine besonderen Eigentümlichkeiten auf.

Äußerst charakteristisch für *M. depressa* erscheint der Bau ihres Skelettes, das aus vier Spikulen besteht. Die Skelettspikulen beginnen mit einem allgemeinen Bündel an der vorderen Körperspitze und ziehen längs der Bauchseite, indem sie etwas auseinander gehen, auf $^1/_4$ der Körperlänge des Infusoriums. Mit besonderer Aufmerksamkeit habe ich verfolgt, wo Skelettspikulen liegen, — im Ecto- oder im Entoplasma. Dabei habe ich festgestellt, daß an der Spitze Spikulen im Entoplasma liegen, darauf nähern sie sich etwas der Oberfläche des Körpers und gehen längs der Grenze des Ecto- und des Entoplasmas. Von der Bauchseite scheinen die Spikulen ganz gerade zu sein, von der Seite beobachtet sind sie in ihrem vorderen Teile gekrümmt.

Der Macronucleus nimmt fast die ganze Körperlänge in Form eines engen Bandes ein. Der Micronucleus, ein kleines ovales Körperchen, ist stets leicht im hinteren Körperteile des Infusoriums zu finden.

Kontraktile Vakuolen von verschiedener Größe sind in eine Reihe gelagert, dabei etwas näher zur Bauchseite. Ihre Anzahl ist unbeständig und wahrscheinlich nicht charakteristisch.

Die Vermehrung der Infusorien geschieht in Form einer einfachen Knospung, niemals bilden sich Ketten von Satelliten.

Dimensionen von *M. depressa*: Länge ca. 430 μ und Breite 30 μ.

Die Bewegung dieses Infusoriums ist langsam und fließend, Drehung um die Längsachse wird nicht beobachtet. Als charakteristische Eigentümlichkeit erscheint die Fähigkeit sich mit Hilfe von zwei Vertiefungen am vorderen Körperende, welche die Rolle eines Saugnapfes spielen, zu befestigen. Beim vorsichtigen Aufmachen des Wurmdarmes kann man Parasiten sehen, die sich an seinen Wänden befestigt haben. Wenn man einen Darmabschnitt, der Parasiten enthält, in ein Uhrgläschen mit physiologischer Lösung hineinbringt, scheiden sich die Parasiten allmählich von ihrer Befestigungsstelle und beginnen frei zu schwimmen. Nach einiger

Zeit senken die Infusorien auf den Boden des Gefäßes und befestigen sich an der Oberfläche des Glases. Die Fähigkeit von *M. depressa* sich zu befestigen, ist unbestritten sehr wichtig, da dadurch dem Parasiten die Möglichkeit gegeben wird, sich im Darm des Wirtes festzuhalten.

M. depressa unterscheidet sich von allen Arten der Gattung durch sehr charakteristische Merkmale — das Skelett aus vier Spikulen und die Fähigkeit sich zu befestigen, die im Zusammenhang mit einer speziellen Organisation des vorderen Körperteiles steht. Es sei bemerkt, daß bei den Arten der Gattung *Mesnilella* eine besondere Differenzierung des vorderen Teiles zu notieren ist. So erinnern *Mesnilella clavata* Leidy, *M. fastigata* Möbius und *M. Cépèdei* André dem vorderen Körperteile nach an *M. depressa*, jedoch die Fähigkeit sich anzuhaften ist bei keiner der angeführten Arten vorhanden. Es kann auch sein, daß dies mit ungenügender Beobachtung im Zusammenhang steht, und daß diese Fähigkeit weiterhin konstatiert wird, vielleicht aber können sich diese Arten überhaupt nicht befestigen. In diesem letzteren Falle deutet der eigentümliche Bau des vorderen Endes dieser Infusorien auf die ersten Stufen einer speziellen Differenzierung. *M. depressa* parasitiert im Darm von *Styloscolex baikalensis* Mich.

Mesnilella bispiculata n. sp.

(Taf. 26 Fig. 9 u. 10.)

Dieses große Infusorium wurde im Darm einer großen Oligochäte, die in einer Tiefe von 30—40 m auf grobkörnigem Sande in der Tschiwyrkuisky-Bai vorkommt, gefunden. Von 4—5 Würmern ist nur ein Exemplar infiziert.

Die Körperform ist im allgemeinen eine regelmäßig cylindrische und längliche. Gewöhnlich ist der Körper mehr oder weniger gebogen. Das hintere Ende ist abgerundet, das vordere in Form eines stumpfen Konus mit abgerundeter Spitze. Der Bequemlichkeit wegen bezeichne ich bedingungsweise als Bauchseite die, zu der das Skelett näher liegt, als Rückenseite die ihr entgegengesetzte. Bei Durchmusterung des vorderen Endes des Infusoriums im Profil (Fig. 10 Taf. 26) erwies sich ein Unterschied in der Konfiguration der Bauch- und der Rückenseite; die Bauchseite ist fast ganz flach, die Rückenseite ist stark konvex, so daß die Körperspitze nach der Bauchseite versetzt ist.

Die Bewimperung erweist keine besondere Differenzierung. Die Wimperreihen kommen gegen die Körperspitze zusammen. Infolge

der Versetzung des vorderen Endes näher zur Bauchseite krümmen sich hier die Wimperreihen der Rücken- und der beiden Seitenflächen stark (Fig. 10 Taf. 26).

Das Ectoplasma bildet die äußere hellere Schicht, gleich dick längs der ganzen Körperfläche. Das Entoplasma weist keine Eigentümlichkeiten der Struktur auf, enthält jedoch Einschlüsse in Form von wenigen kleineren und rundlichen Körperchen, die eine stark lichtbrechende Fähigkeit besitzen. Gewöhnlich bilden diese Körperchen kleinere Anhäufungen, die in zentralen Körperteilen gelagert sind. Über die Natur dieser Plasmaeinschlüsse wage ich nicht mich auszusprechen, da genügende Angaben fehlen.

Das Skelett von *M. bispiculata* besteht aus zwei Spikulen, die im Entoplasma liegen. Beide Spikulen, indem sie an der Spitze vorn anfangen, erreichen die Körpermitte. In ihren vorderen Teilen liegen die Skelettspikulen dicht aneinander, indem sie in der oberflächlichen Entoplasmaschicht gelegen sind — und gehen allmählich in der Richtung nach hinten, wobei sie im Entoplasma tiefer liegen. Sehr oft ist eine der Spikulen bedeutend gebogen, so daß die Spitzen der Spikulen stark auseinander gehen können. Ich bemerke, daß Exemplare mit gebogenen und stark auseinandergehenden Spikulen öfters beobachtet werden, als die mit geraden und fast parallel verlaufenden. Eine gewisse Eigentümlichkeit zeigt das Skelett bei seiner Durchmusterung von der Seite: die Spikulen gehen längs dem Bauchrande, ihr Apex ist zugespitzt, aber in gewissem Abstand von der Spitze wird ein zugespitzter Vorsprung, der zur Bauchfläche gerichtet ist, beobachtet. Im allgemeinen ähnelt dieser Teil der Skelettspikulen sehr an die Hälfte der Zwinge einer Lanze, die länglich geteilt ist (Fig. 10 Taf. 26).

In der Organisation des Kernapparates von *M. bispiculata* wird nichts Bemerkenswertes beobachtet. Der Macronucleus von gewöhnlicher Struktur nimmt in Form eines engen Bandes fast die ganze Länge des Körpers ein. Der kleine, ovale oder rundliche Micronucleus liegt dem hinteren Körperende nahe und ist leicht zu finden, wie in vivo, so auch am Präparate.

Kontraktile Vakuolen groß und zirka von der gleichen Größe; sie sind in eine Reihe eingeordnet. Ihre Anzahl ist unbeständig. Bei der Vermehrung teilt sich *M. bispiculata* in zwei gleiche Teile. Die Dimensionen des Tieres sind unbeständig, besonders die Länge, die 560 μ erreichen kann; Breite ist beständiger und erreicht 38 μ. Bewegungen sind nicht besonders schnell und fließend und werden durch langsame Drehungen um die Längsachse begleitet.

M. bispiculata ist eine sehr zarte Form und lebt nur kurze Zeit außerhalb des Darmes des Wirtstieres.

Als besonders eigentümliche Merkmale der Art gelten das Skelett, das aus zwei langen Spikulen besteht, eine besondere Form der vorderen Teile dieser Spikulen und ihre Biegung sowie ihr Auseinandergehen im hinteren Teile.

Als Wirtstier von *M. bispiculata* erscheint *Rhynchelmis brachicephala* MICH. f. *typica*.

Mesnilella variabilis n. sp.

(Taf. 26 Fig. 11.)

M. variabilis wurde im Darm einer großen Oligochäte, die im grobkernigen Sande in mittleren Teilen der Tschiwyrkuisky-Bai auf 40—60 m Tiefe lebt, gefunden. Dieser Parasit wurde im Darm noch einer anderen Oligochäte, die den schlammigen Boden der Buchten der Tschiwyrkuisky-Bai auf 10—15 m Tiefe bewohnt, gefunden. Diese Art unterscheidet sich durch die äußere Regelmäßigkeit ihres cylindrischen und ausgedehnten Körpers. Beide Enden sind gleichmäßig abgerundet. Oft ist der Körper mehr oder weniger gebogen, was aber nicht als beständiges und charakteristisches Merkmal erscheint.

Die Bewimperung ist ganz gleichmäßig; die Wimperreihen kommen regelmäßig an den beiden Spitzen des Körpers zusammen. Ecto- und Entoplasma bilden keine interessante Eigentümlichkeiten. Das Entoplasma enthält Einschlüsse in Form von kleinen Körnern, die stark lichtbrechend sind. Diese Plasmaeinschlüsse sind scheinbar derselben Art, wie bei der vorherigen Art. Das Skelett besteht aus entoplasmatischen Spikulen. Größtenteils gibt es drei solcher Spikulen, manchmal aber werden abweichende Exemplare mit zwei oder vier Spikulen angetroffen. Auf diese Eigentümlichkeit der Form deutet auch der Speziesname hin. Die Skelettspikulen beginnen zusammen in einem Punkte der Körperspitze. Darauf gehen sie etwas auseinander und verlaufen beinahe parallel, indem sie $^1/_3$ der Körperlänge erreichen. Im vorderen Teile sind die Spikulen gebogen, indem sie selber der Biegung des vorderen Körperteiles folgen; hier liegen sie längs der Grenze des Ecto- und Entoplasmas.

Der Kernapparat von *M. variabilis* besteht aus dem Macronucleus in Form eines engen Bandes von feinkerniger Struktur; er nimmt fast die ganze Länge des Körpers ein. Der Micronucleus bildet einen beständigen selbständigen Teil des Kernapparates, und besteht

aus einem kleinen runden Körperchen, das näher zum hinteren Ende des Infusoriums gelegen ist.

Kontraktile Vakuolen sind zahlreich und von verschiedener Größe; sie sind längs einer Seite des Macronucleus gelegen, bilden jedoch keine direkte Reihe, sondern sind zerstreut. Die Dimensionen von *M. variabilis* sind starken Schwankungen unterworfen. Die größten Exemplare erreichen 435 μ, die kleinsten dagegen etwa 60 μ. Solche winzigen Exemplare entstehen zweifelsohne infolge einer Reihe von Teilungen, die schnell nacheinander folgen. Man kann darüber daraus schließen, daß das Skelett dieser jungen Exemplare noch nicht ganz entwickelt ist — normale Dimensionen sind noch nicht erreicht. Breite des Tieres 30 μ.

Die Vermehrung der *M. variabilis* ist eine Zweiteilung. In der Teilung kann man Exemplare von verschiedener Größe beobachten.

Die Bewegungen des Infusoriums sind langsam und fließend; kleinere Exemplare schwimmen schneller. Die Vorwärtsbewegung wird durch Drehung um die Längsachse begleitet.

Das Wirtstier ist *Peloscolex inflatus* Mich., *Lumbriculidae* (juv. indet.).

Radiophrya prolifera n. gen. n. sp.

(Taf. 26 Fig. 12, 13.)

Der Parasit wurde im Darm einer kleinen Oligochäte, die den schlammigen Grund der Buchten der Tschiwyrkuisky-Bai auf 10—15 m Tiefe bewohnt, gefunden.

Die Körperform von *R. prolifera* ist cylindrisch und sehr gestreckt. Beide Körperenden sind abgerundet, wobei das vordere etwas keulenartig aufgeblasen ist. Gewöhnlich ist der Körper mehr oder weniger gebogen.

Die Bewimperung ist gleichmäßig; eine besondere Anordnung der Wimperreihen wird an dem vorderen Körperende konstatiert. Da diese Eigentümlichkeiten im Zusammenhange mit dem Bau der Skelettbildungen stehen, so wird darüber noch bei der Beschreibung der letzteren gesprochen.

Ecto- und Entoplasma weisen keine Eigentümlichkeiten auf und sind völlig identisch mit dem bei den beschriebenen Astomata.

Der Macronucleus in Form eines engen Bandes beginnt etwas entfernt vom vorderen Ende des Infusoriums und nimmt die ganze Länge des Körpers ein; er endet unmittelbar am hinteren Ende. Das vordere Ende des Macronucleus ist etwas keulenartig angeschwollen.

Der Micronucleus, ein kleines ovales Körperchen, liegt direkt am hinteren Körperende. Bei den Satelliten nimmt er gewöhnlich eine Mittelstellung ein.

Eine große Anzahl von kleinen kontraktilen Vakuolen nimmt einen engen Streifen längs der ganzen Länge des Körpers auf einer Seite des Macronucleus ein. Satelliten besitzen gewöhnlich 3—4 Vakuolen.

Besonders bemerkenswert und charakteristisch in der Organisation von *R. prolifera* erscheint das Skelett, das sehr eigenartig gebaut ist, und wohl als ein neuer Typus des Skelettes der mundlosen Infusorien zu betrachten ist.

Zahlreiche Skelettelemente bilden in ihrer Gesamtheit ein kompliziertes Organ, das am vorderen Ende des Infusoriums in oberflächlicher ectoplasmatischer Schicht gelegen ist.

Das Skelett besteht aus einem kleinen quergelegenen Stäbchen, das die Spitze des Körpers einnimmt, und vielen Strahlen, die fächerartig vom quergelegenen Stäbchen ausgehen (Fig. 13 Taf. 26).

Wie gesagt wurde, liegt das Skelett unmittelbar unter der Oberfläche des Körpers und darum sind alle seine Elemente, wie das quergelegene Stäbchen so auch die Strahlen, gebogen nach der Krümmung des vorderen Endes des Infusoriums.

Die Länge der Skelettstrahlen ist verschieden, die längeren liegen in der Mitte und gegen die Ränder hin sind kürzere gelegen. Die größeren Strahlen haben eine Länge von 15 μ, die kleineren ca. 8 μ. Die Bedeutung dieses komplizierten Skelettes besteht darin, daß dem vorderen Teile des Infusoriums eine gewisse Widerstandsfähigkeit gegen äußere mechanische Einflüsse bei der Bewegung des Parasiten zwischen dem Darminhalt des Wurmes gewährt wird. Das Material des Skelettes hat ein stark ausgeprägtes Lichtbrechungsvermögen und unterscheidet sich scharf vom umgebenden Plasma am lebenden Tiere; dies erlaubt alle Details des Baues zu unterscheiden. Wie auf Totalpräparaten so auch an Schnitten tritt der Bau des Skelettes besonders klar bei Färbung mit Eisenhämatoxylin hervor. Die Eigentümlichkeit der Bewimperung, worüber oben schon erwähnt wurde, besteht darin, daß an der vorderen Körperspitze die Wimperreihen nicht aus einem Punkte auseinandergehen, wie bei vielen anderen Astomata, sondern vom quergelegenen Stäbchen nach beiden Seiten hin. Die Wimperreihen gehen über die Skelettstrahlen und fallen mit ihnen optisch zusammen. *R. prolifera* vermehrt sich durch katenulare Knospung, d. h. die gebildeten Knospen teilen sich nicht auf einmal vom mütterlichen Organismus, und die

darauffolgenden Knospen erscheinen, ehe die vorhergehenden sich loslösen. Gewöhnlich kann man den mütterlichen Organismus mit zwei, drei Knospensatelliten beobachten. Die Dimensionen dieser Satelliten sind sehr beständig, ihre Länge schwankt zwischen 60—70 μ.

Die Dimensionen der ausgewachsenen Exemplare von *R. prolifera* verändern sich sehr wenig; die Tiere sind ca. 550 μ lang und 30—40 μ breit. Diese parasitische Form wird ziemlich selten gefunden, ich mußte einige Zehner von Exemplaren des Wirtstieres öffnen, ehe ich auf einen infizierten Wurm stieß. In einem infizierten Wurme findet man dabei nur eine geringe Anzahl von Parasiten.

Die Bewegungen von *R. prolifera* wie auch anderer großen mundlosen Formen sind langsam und fließend, was scheinbar durch die schwache Ausbildung der Bewimperungen zu erklären ist.

Radiophrya prolifera wurde im Darm der Oligochäte *Styloscolex baikalensis* Mich. gefunden.

Radiophrya hoplites n. sp.

(Taf. 26 u. 27 Fig. 14—19 und Fig. A im Text.)

Diese große und äußerst schöne Form wurde im Darm dreier Oligochäten, die den schlammigen Boden der Buchten der Tschiwyrkuisky-Bai auf 10—15 m bewohnen, gefunden.

Die Dimensionen von *R. hoplites* sind so groß, daß sie auch mit unbewaffnetem Auge inmitten des Darminhaltes des geöffneten Wurmes in Form von weißen Fäden, die man eher für parasitische Würmer als für Infusorien annehmen könnte, zu sehen sind. Der Körper von *R. hoplites* ist sehr ausgedehnt, cylindrisch und gewöhnlich wurmartig gekrümmt. Besonders eigenartig und ziemlich kompliziert ist der vordere Körperteil des Infusoriums gebaut; in der Organisation desselben kann man deutlich die Züge der Anpassung an die parasitische Lebensweise erblicken.

Der vordere Teil ist keulenartig angeschwollen und hat von einer Seite eine große Einpressung. Die Seite, wo sich diese Einpressung befindet, kann man bedingungsweise als Bauchseite betrachten. Bei Durchmusterung des vorderen Endes des Infusoriums von dieser Seite, d. h. von der Bauchseite, erweist sich dasselbe als keulenartig (Fig. 15 Taf. 26). Von der Seite dagegen ist dieses Ende konvex-konkav und kann mit einem Löffel verglichen werden (Fig. 16 Taf. 27).

Bei Untersuchung der Konkavität des vorderen Endes in verschiedenen optischen Flächen von der Bauchseite und seitwärts, ist

es nicht schwer, eine Vorstellung über dessen Bau zu gewinnen. Von vorn ist diese Konkavität von einem scharfen bogenartigen Rande, von unten und seitwärts von einer flachen hufeisenförmigen Walze, die keine scharfen Grenzen besitzt und die mit der cylindrischen Oberfläche des mittleren Teiles des Infusoriums zusammenfließt, abgegrenzt. Der hintere Körperteil ist nur in Ausnahmefällen richtig abgerundet, für gewöhnlich besitzt er eine unregelmäßige Form und ist oft etwas hineingepreßt, was als Folge der Abscheidung der Knospen zu betrachten ist.

Das Ectoplasma bildet eine dicke hyaline Oberflächenschicht. Das Entoplasma ist auch durchsichtig und hat eine etwas gelbliche Farbenabstufung. Kleine Plasmaeinschlüsse in Form von stark lichtbrechenden Körnern sind ähnlich mit denen, die oben bei einigen *Mesnilella*-Arten beschrieben wurden; sie verteilen sich in mittleren Körperteilen.

Die Bewimperung besteht aus kleineren Wimpern, die in dichten länglichen Reihen angeordnet sind. Im vorderen Körperteile kommen diese Reihen zu einer bogenartigen Grenze, die vorn die Konkavität der Bauchseite markiert, zusammen.

Das Skelett von *R. hoplites* ist ein höchstorganisiertes und kompliziertes Gebilde. Das Skelett ist zum Teil als inneres und liegt ausschließlich in der ectoplasmatischen Schicht, zum Teil als äußeres zu betrachten, indem es sich über die Oberfläche des Körpers erhebt und dem Parasiten als Fixationsorgan dient. Im ganzen wird dieses Organ aus einigen Elementen, die zusammen sind, gebildet; man kann sie einzeln betrachten. Der erste Bestandteil ist eine ziemlich massive Bildung in Form einer „Pfeilspitze“ mit stark auseinandergehenden seitlichen Zweigen und etwas abgesonderter und zugeschärfter Spitze (Fig. 17 u. 18 Taf. 27). Dieser Skeletteil liegt im Ectoplasma an der oberen Grenze der vorderen Baucheinpressung; auf diese Weise wird diese letzte vorn vom pfeilspitzartigen Skeletteile abgegrenzt. An der Mitte dieses Skeletteiles befestigt sich ein gekrümmter und scharfer Zahn, der mit der Spitze nach unten und nach hinten gerichtet ist; er befindet sich auf diese Weise über der Einpressung des vorderen Teiles. Einige Präparate geben mir das Recht anzunehmen, daß dieser Zahn an die „Pfeilspitze“ beweglich angegliedert ist, so wie wir es an den analogen Bildungen bei *Schuzellina mucronata* Cépède und *Maupasella nova* Cépède [1]) sehen können. Die Angaben sind aber nicht hinreichend

[1]) Zwar ist die Analogie hier nicht vollständig, da bei den erwähnten Formen das Fixierungsorgan mit dem Plasma selbst beweglich verbunden ist.



genug, um dies endgültig zu behaupten. Die „Pfeilspitze“ liegt ganz im Ectoplasma mit Ausnahme von einem kleinen Endchen der zugeschärften Spitze, die über der Körperoberfläche emporragt und nach vorn gerichtet ist. Über der Körperoberfläche ragt auch der Zahn, der in das Plasma nur mit seiner Basis versenkt ist, empor. Über alle diese Verhältnisse wird man klar, wenn man das vordere Ende des Infusoriums von der Seite betrachtet. Als letzten Bestandteil des Skelettes kann man wohl eine Reihe von Strahlen, die ebenfalls im Ectoplasma liegen und in ihren Hauptzügen den ähnlichen Bildungen bei *Radiophrya prolifera* ganz ähnlich sind, betrachten. Hier nehmen diese Strahlen die ventrale Fläche des vorderen Endes des Infusoriums ein, sie belegen auch die ganze Oberfläche der hier befindlichen Einpressung und gehen auf die Walze über, die die Einpressung von hinten und von der Seite abgrenzt. Die Gesamtheit der Skelettstrahlen befindet sich in Verbindung mit dem oben beschriebenen Teile in Form einer „Pfeilspitze“; alle Strahlen gehen fächerartig vom unteren Rande der letzteren. Skelettstrahlen, indem sie im Gebiet der Konkavität und der hufeisenförmigen Walze gelegen sind, zeigen auch die entsprechende Krümmung.

Was die Bedeutung von solch einem komplizierten Skelette für das Infusorium betrifft, so wird man darüber aus der Struktur selbst klar. Der zugespitzte, gekrümmte und nach außen emporragende Zahn ist das Fixationsorgan des Parasiten an der Darmwand des Wirtes; in dieser Hinsicht würde seine Beweglichkeit, über die ich mich in Form von Voraussetzung aussprach, vom Vorteil sein. Ein Teil des Skelettes in Form der „Pfeilspitze“, der in das Ectoplasma dicht eingeschlossen ist, dient dem Zahne als feste Stütze. Zahlreiche Skelettstrahlen befinden sich alle in dem Teile der Körperoberfläche, der eine besonders charakteristische und sehr beständige Konkavität aufweist. Wenn man gerade diese Eigentümlichkeit in der Anordnung der Skelettstrahlen in Betracht zieht, so wird uns klar, daß sie das Gerüst für die ventrale Oberfläche des Kopfteiles, der die Krümmung der hier befindlichen Einpressung bedingt und stützt, bilden.

Eine große Anzahl von kontraktilen Vakuolen nimmt einen Streifen der ganzen Länge nach längs der einen Seite des Macronucleus ein, wobei doch keine regelmäßige Reihe gebildet wird.

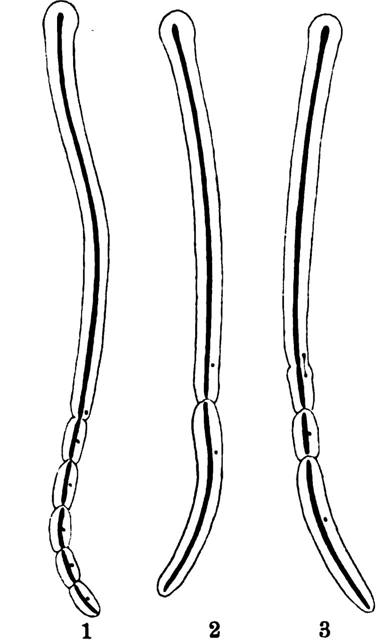
Der Macronucleus von *R. hoplites* nimmt in Form eines langen engen Bandes fast die ganze Körperlänge ein. In seinem vorderen Teile ist er keulenartig erweitert (Fig. 19 Taf. 27). Wenn man diesen Kernteil am lebenden Exemplare beobachtet, so ist seine Oberfläche

ganz glatt, auf gefärbten Präparaten dagegen bekommt die Macronucleusoberfläche pseudopodienartige Umrisse. Beim Vergleich der Beobachtungen in vivo und an Präparaten wird es klar, daß dieses Bild ein Artefakt darstellt und als Resultat der Kontraktion des Caryoplasmas unter dem Einfluß der Fixationsflüssigkeit erscheint. Etwas ähnliches findet man dargestellt auf der Tabelle, beigelegt zu der Beschreibung von *Anoplophrya paranaidis* von Pierantoni (1909 Taf. 6 Fig. 8—11). Hier stellt der Autor pseudopodienartige Vorsprünge des Macronucleus, die er auf seinen Präparaten beobachtet hat, dar, und zieht Schlüsse über die Wichtigkeit dieser Bildungen für die näheren Beziehungen zwischen dem Kern und dem Plasma (p. 95). Es scheint mir, daß der italienische Autor bei seinen Erwägungen einen Irrtum begangen hat und zwar dank dem Umstande, daß die Bilder, auf die er sich stützt, wahrscheinlich einen solchen Artefakt darstellen, wie ich es auf meinen Präparaten beobachtet habe. Meine Zweifel, was die Präparate von Pierantoni betrifft, werden auch durch den Umstand bestätigt, daß auf den Abbildungen von *Anoplophrya peranaidis* in vivo (Taf. 5 Fig. 1—3) überhaupt keine Aufwüchse des Macronucleus vorhanden sind und seine Oberfläche ganz glatt ist.

Der Micronucleus von *R. hoplides* ist leicht zu beobachten, an lebenden Materiale, wie auch auf gefärbten Präparaten. Im Ruhestadium hat der Micronucleus die Form eines rundlichen Körpers, welcher unweit des hinteren Körperendes liegt. Öfters werden jedoch verschiedene Stadien der Vorbereitung zur mitotischen Teilung sowie Rekonstruktionen nach derselben beobachtet, dann nimmt der Micronucleus eine ovale und spindelartige Form mit charakteristischer Anordnung der chromatischen Substanz ein. Ich gehe auf diesen Punkt nicht ein, da dies außer dem Rahmen dieser Arbeit liegt; ich führe bloß ein Bild der Mitose auf dem Stadium der äquatorialen Platte an (Fig. 19 Taf. 27).

R. hoplites vermehrt sich ausschließlich durch Knospung, wobei zwei Typen dieses Prozesses zu unterscheiden sind: in einem Falle ist es eine einfache Knospung, wo die sich gebildete Knospe abscheidet, bevor die nächste Teilung eintritt (Textfig. A 2), im zweiten Falle ist es eine katenulare Knospung, die zur Bildung einer Satellitenkette führt (Textfig. A 1). In seltenen Fällen wird eine Kombination der beiden Typen der Knospung (Textfig. A 3) beobachtet. Beim Studium dieser Prozesse ist es von Wichtigkeit die folgerechte Anordnung der Bildung der Knospen festzustellen. Diese Aufeinanderfolge ist leicht zu bestimmen, wenn Scheidewände, die die Knospen

trennen, noch nicht ganz fertig sind oder sich erst bemerkbar machen; in den Fällen dagegen, wo wir eine Kette aus einer Reihe von Satelliten haben, die zudem bereit sind, sich loszutrennen, kann die Frage auf solche Weise nicht gelöst werden. Hier muß man auf ein anderes Merkmal achten, welches auf die Reihenfolge der Ausscheidung der Knospen hindeutet. Bei *R. hoplites* kann man solch ein Merkmal im Entwicklungsgrade des Skelettes der Knospe finden. Bei der Durchsicht der Satellitenkette kann man beobachten, daß die Entwicklung der Skelette sich auf verschiedenen Stadien befindet und auf diese Weise genau das relative Alter und die Reihenfolge der Knospenbildung feststellen. Gewöhnlich findet man am Primit von *R. hoplites* vier oder fünf Satelliten, dessen Alter (bestimmt nach dem Grade der Entwicklung der Skeletteile) um so höher ist, je weiter sie vom Primit entfernt sind. Um zur Charakteristik der katenularen Knospung beizutragen sei bemerkt, daß die Satellitenlänge ziemlich beständig ist, sie erreicht 200 μ.



Textfig. A. Schema der Vermehrungstypen bei *Radiophrya hoplites*.

Ebenso häufig wird auch die einfache Knospung beobachtet, wobei die einzelne Knospe, die mit dem Muttertier in Verbindung steht, große Dimensionen erreicht. Solche Knospe, die die Grenze der Reife erreicht, teilt sich vom Muttertiere los, ehe die darauffolgenden Teilungen eintreten (Textfig. A 2).

Bisweilen kann man gleichsam eine Vereinigung beider Typen der Knospung beobachten, wobei das Muttertier, nachdem es eine große Knospe des zweiten Typus abgeschieden und sich dieselbe noch nicht losgelöst hat, schon mit der Ausscheidung einer Reihe von kleinen Knospen des ersten Typus beginnt (Textfigur A 3). Der Prozeß der katenularen Knospung schreitet scheinbar ununterbrochen fort, und je nach der Absonderung der letzten (älteren) Satelliten, werden immer neue gebildet. Für diese Annahme spricht auch der Umstand, daß die Anzahl der Satelliten in der Kette gewöhnlich beständig ist (4—5), und daß der Micronucleus des Primiten,

der solche Kette trägt, fast niemals im Ruhezustande beobachtet wird; indem er sich im hinteren Körperteile befindet, geht er unmittelbar von einer Mitose zur anderen über, indem er sich fortwährend auf der Stelle der Knospenausscheidung befindet.

Ihren Dimensionen nach gehört *R. hoplites* zu den größten Vertretern unter den Astomata. Ihre Länge, Knospen nicht dazu gerechnet, erreicht beinahe 1 mm; das Individuum mit fünf Knospen erreicht 2 mm Länge. Breite dieses Parasiten bis 90 μ.

Die Bewegungen von *R. hoplites* sind langsam und fließend, unter künstlichen Bedingungen hält sie verhältnismäßig gut aus, was dem Beobachter die Möglichkeit gibt, sich mit ihrer komplizierten Organisation vertraut zu machen.

Der Parasit tritt ziemlich oft im Darme folgender Oligochäten auf: *Styloscolex baikalensis* Mich., *Lamprodrilus satyriscus* Mich. f. *ditheca* und einer Lumbricidae (juv. indeterm.).

Nachdem ich nun eine Beschreibung acht neuer Arten mundloser parasitischen Infusorien gegeben habe, möchte ich auf ihre systematische Lage eingehen, bevor ich zur Beschreibung anderer von mir gefundenen parasitischen Formen, die nicht zur Gruppe Astomata sensu stricto gehören.

Bis jetzt sind uns verhältnismäßig wenig Vertreter dieser Gruppe bekannt, und man kann mit Gewißheit sagen, daß ihre Anzahl bei künftigen planmäßigen und intensiven Untersuchungen bedeutend zunehmen wird. Bis zum Erscheinen der ausgezeichneten und erschöpfenden Revision von Cépède (1910) über die Infusoria-Astomata herrschte in unseren Kenntnissen über diese Gruppe bedeutende Unordnung, besonders was die Systematik dieser hoch spezialisierten Organismen anlangt. Als Hauptverdienst von Cépède muß man die Aufstellung der Systematik der Astomata sowie die Herstellung einer gewissen Ordnung in dieses Gebiet betrachten, so daß weitere Untersuchungen im Bereich dieser Gruppe jetzt viel mehr Interesse und Bedeutung bieten. Die neue Systematik der wenig untersuchten Gruppe der Astomata unterscheidet sich selbstverständlich durch ihren provisorischen Charakter, und wird gewisse Veränderungen erleiden müssen, je nachdem neue Formen beschrieben werden. Der Autor des Systems gab ihm schon im voraus den Charakter einer starken Zergliederung, wobei er sich nicht vor der Bildung neuer höherer systematischen Gruppierungen für eine oder

zwei Arten inne hält; er zieht diesen Weg vor, als vielleicht einen anderen, um eine neue Art zu den schon existierenden Genera, Unterfamilien und Familien unterbringen zu können. Solchen Weg betrachte ich für den richtigen, weil es sich dabei um Systematik wenig untersuchten Organismen handelt; dabei möchte ich die Hoffnung hier aussprechen, daß zukünftigen Untersuchungen es vergönnt sei, den Inhalt höherer systematischen Einteilungen ergänzen zu können.

Die Untersuchung der von mir gefundenen acht Arten mundloser Infusorien und ihr Vergleich mit den schon bekannten zeigte, daß ihre Organisation etwas eigenartig erscheint; alles das zwingt uns, etwaige Veränderungen und Ergänzungen in die Systematik einzuführen.

Einige unter den neu beschriebenen Organismen können leicht neben die schon bekannten mundlosen Parasiten gestellt werden, andere dagegen können im Interesse der Aufrechterhaltung der Prinzipien der Systematik des französischen Autors in keine der von ihm aufgestellten Unterfamilien eingeschlossen werden und müssen in eine besondere neue Gruppe ausgeschieden werden.

Laut Cépède gehören alle acht neue Arten zur Familie der Anoplophryidae und stimmen ganz mit den Bestimmungsmerkmalen dieser Familie überein.

Alle diese Formen sind Darmparasiten mit gleichmäßiger Bewimperung, mit Ectoplasma, das den ganzen Körper mit verhältnismäßig dicker klarer Schicht bedeckt und mit einer großen Anzahl kontraktiler Vakuolen.

Die beiden ersten beschriebenen Arten *Anoplophrya parva* und *A. baikalensis* gehören zu den typischen Vertretern der Familie Anoplophryidae, sie besitzen keine Skelettbildungen und gehören zur ersten Gruppe dieser Familie der unbewaffneten Anoplophryidae. Diese beiden Arten unterscheiden sich durch einen engen bandförmigen Macronucleus, durch das Fehlen besonderer differenzierten Körperabschnitte und durch direktes längliches Einordnen der Wimperreihen; sie gehören der Subfamilie Anoplophryinae mit einer einzigen Gattung *Anoplophrya* an.

Die dritte beschriebene Form — *Mesnilella rostrata* — ist mit Skeletteilen versehen und muß demnach zu der Gruppe bewaffneter Anoplophryidae gestellt werden.

M. rostrata vermißt jegliche Skelettorgane für Befestigungszwecke, sei es in Form von chitinartigen Häkchen, Zähnchen usw. Ihr Skelett besteht aus einer elastischen Spikula, die gänzlich im

Entoplasma gelegen ist und dem Körper als Stütze dient. Diese Merkmale zwingen uns, die betreffende Form zu der Unterfamilie Mesnilellinae mit der einen Gattung *Mesnilella* zu rechnen.

Drei weitere Arten — *Mesnilella depressa*, *M. bispiculata* und *M. variabilis* — muß man nach den allgemeinen Merkmalen zu der Gruppe der bewaffneten Anoplophryidae hinzurechnen; wie die vorherige Art, könnten diese Arten der Unterfamilie Mesnilellinae angehören, wenn nicht die Tatsache wäre, daß sie in ihrer Organisation einen eigenartigen und noch nicht beobachteten Zug — das Vorhandensein mehr als einer Skelettspikula — tragen. Dieser Umstand erschwert etwas die Frage, was ihre systematische Lage anbetrifft, und nötigt uns Veränderungen in das System von Cépède einzuführen, da diesem Autor nach zu der Unterfamilie Mesnilellinae mit der einzigen Gattung *Mesnilella* Formen mit bloß einer Skelettspikula angehören. Damit können die von mir beschriebenen Formen mit mehr kompliziertem Skelett nicht unmittelbar zu diesen Gruppen gerechnet werden und müßten entweder getrennt gestellt oder ungeachtet ihrer Eigentümlichkeiten dennoch zur Subfamilie Mesnilellinae, jedoch mit entsprechender Veränderung in ihrer Charakteristik, zugerechnet werden. Da doch schwerwiegende Gründe fehlen, um neue Formen in eine besondere Subfamilie unterzubringen — jedenfalls scheint uns das Vorhandensein mehr als einer Skelettspikula nicht einen solchen Grund zu bilden — und in Anbetracht dessen, daß diese Formen eine große Annäherung zu den Vertretern der Subfamilie Mesnilellinae wie der allgemeinen Form, so auch dem Charakter der Struktur des Skelettes nach bilden, finde ich es für zweckmäßig, sie in diese Subfamilie unterzubringen. Ich gebe derselben folgende etwas veränderte Charakteristik: „Es sind Anoplophryidae, die ein Skelett besitzen, das gänzlich in der entoplasmatischen Schicht liegt und aus einer oder mehreren Spikulen besteht, die dem protoplasmatischen Körper als Stütze dienen. Kein Skeletteil ragt über die Oberfläche des Körpers hinaus; es sind keine Befestigungsorgane, sei es in Form von Häkchen, Zähnen o. a. vorhanden. Die Fähigkeit einiger Formen sich anzuhaften wird durch die Anwesenheit der Einpressungen an der Körperoberfläche, die als Saugnäpfe fungieren, bedingt.“ Die auf solche Weise veränderte Charakteristik stört keineswegs die Einheitlichkeit dieser Gruppe und gibt außerdem die Möglichkeit in ihr Formen mit einem mehr kompliziertem Skelett, das aber

prinzipiell zu demselben Typus gehört, zu vereinigen. In Anbetracht der Erwägungen, die oben schon angeführt waren, finde ich keine Hindernisse gegen die Einschließung der beschriebenen Formen zur Gattung *Misnilella*, wobei auch die Charakteristik derselben entsprechend verändert wird. Keine der beschriebenen Formen hat Merkmale, die hinreichend genug sind, um eine neue Gattung zu bilden, die Anzahl der Spikulen ist meiner Meinung nach nicht mehr als ein Artenmerkmal. Und so, indem ich der Gattung *Misnilella* eine allgemeine Charakteristik zusammen mit der entsprechenden Subfamilie gebe, schreibe ich der Gattung neue Arten — *M. depressa*, *M. bispiculata* und *M. variabilis* — zu. Es bleibt uns noch, auf die systematische Lage der beiden letzten Formen — *Radiophrya prolifera* und *R. hoplites* — einzugehen. Diese beide Formen sind mit Skeletteilen versehen und gehören zur Gruppe der bewaffneten Anoplophryidae. Indem wir diese Formen nur oberflächlich betrachten und uns dabei formal verhalten, können wir *Radiophrya prolifera* zu der Subfamilie Mesnilellinae hinzurechnen, indem wir uns dabei auf das Vorhandensein vom inneren Skelett stützen, *Radiophrya hoplites* dagegen zu der Subfamilie Hoplitophryinae, indem wir die Anwesenheit des chitinartigen Befestigungsorganes in Form eines Zahnes in Betracht ziehen. Ein aufmerksames Studium der Skeletteile dieser Formen führt uns jedoch zu einer etwas abweichenden Ansicht, was ihre systematische Lage betrifft.

Die Annäherung von *Radiophrya prolifera* mit Vertretern der Mesnilellinae, was auf dem Vorhandensein vom inneren Skelett beruht, würde zweifellos fehlerhaft sein, da doch im wesentlichen die Skelette der ersten und der letzten Formen untereinander sehr wenig gemeinsame Züge haben. *Radiophrya prolifera* besitzt ein Skelett, das im Ectoplasma liegt und aus einem kleinen queren Stäbchen sowie einer großen Anzahl von fächerartig gelagerten kleinen Skelettstrahlen besteht; bei Mesnelellinae dagegen besteht das Skelett aus wenigen langen Spikulen, die im Entoplasma liegen. Was das Annähern von *Radiophrya hoplites* und Vertreter von Hoplitophryinae betrifft, so kann man dasselbe ebenso als ein oberflächliches betrachten; die Unterbringung der Form zu dieser Subfamilie würde die Einheitlichkeit dieser Gruppe infolge der Einführung solch eines neuen Merkmals wie das innere Skelett, stören. Und so zwingt uns die detaillierte Durchsicht der Organisation der Skeletteile der beiden neuen Formen den Schluß zu fassen, daß sie nicht zu der einen oder der anderen bekannten Subfamilie gehören, sondern vielmehr als gesondert zu betrachten sind.

Nun müssen wir die Frage lösen, ob beide Formen zu einer Gruppe vereinigt werden können, oder ob jede von ihnen getrennt gestellt werden soll.

Das Vorhandensein des Skelettbefestigungsorganes in einem Falle, und sein Fehlen im anderen, stellt scheinbar eine Form weit von der anderen entfernt; andererseits aber haben *Radiophrya prolifera* und *R. hoplites* ein gemeinsames und scheinbar wesentliches Merkmal, namentlich das eigenartige innere Skelett. Beide Formen besitzen ein nach demselben Typus gebautes Skelett aus fächerartig gelegenen Strahlen, die im Ectoplasma an dem vorderen Körperteil liegen. Hier hat man einen neuen Skelettypus vor sich, und gewiß müssen alle Formen mit einem solchen Skelette zu einer Gruppe vereinigt werden. Was das Befestigungsorgan von *Radiophrya hoplites* betrifft, so kann dieses Merkmal, wie mir scheint, nicht die Einheitlichkeit der Gruppe stören, und das um so mehr, da dieses Organ auch ectoplasmatisch ist (dieses ist unter anderen aus seiner Entwicklung bei dem Knospungsprozesse zu ersehen), und daß sein Teil in Form einer „Pfeilspitze" seiner Lage nach ganz mit dem quergelegten Stäbchen bei *Radiophrya prolifera* zu vergleichen ist. In Anbetracht alles dessen vereinige ich *Radiophrya prolifera* und *R. hoplites* zu einer neuen Subfamilie Radiophryinae, wobei dieselbe wie folgt charakterisiert wird: „Es sind Anoplophryidae mit kompliziertem Skelett, das ganz im Ectoplasma liegt und einen geringen Teil der Oberfläche des Körpers einnimmt. Dieses Skelett besteht aus zahlreichen Strahlen, die fächerartig längs der Befestigungslinie der Wimpern gelagert sind und von der vorderen Körperspitze ausgehen. Die Bedeutung des Skeletts wird durch seinen Bau und seine Lage bedingt; diese Bedeutung liegt scheinbar darin, daß ein Teil der Oberfläche des Körpers eine gewisse Form beibehält und daß dieser Teil auf solche Weise eine gewisse Standfähigkeit den mechanischen Wirkungen gegenüber ausüben kann. Außer dem inneren Skelett kann es auch ein Skelettbefestigungsorgan in Form eines Zahnes, Häkchens usw. geben, dessen Basis sich im Ectoplasma befindet. Vermehrung durch Knospung."

Die beiden Vertreter der neuen Subfamilie unterscheiden sich durch eine ziemlich wesentliche Eigenartigkeit, und zwar durch das Vorhandensein des Befestigungsorganes bei der einen Form und durch dessen Fehlen bei der anderen. Sie weisen aber andererseits

sehr viele gemeinsame Züge in Körperform, in der Art der Vermehrung usw. auf und hauptsächlich dadurch, daß ihr Skelett nach einem und demselben Typus gebaut ist. Es scheint mir, daß große Ähnlichkeit zwischen *R. prolifera* und *R. hoplites* uns das Recht gibt, beide Arten zu einer gemeinsamen Gattung *Radiophrya* zu vereinigen, ungeachtet dabei der vorhandenen Unterscheidungszüge; wir charakterisieren diese Gattung derart, wie es für die Subfamilie vorgeschlagen wurde.

Ich betrachte die Anwesenheit des Befestigungszahnes als ein Artmerkmal.

Zum Schluß dieser systematischen Übersicht der neuen Astomata werde ich es mir erlauben, die Systematik der Familie Anoplophryidae mit neuen Ergänzungen, Veränderungen und Aufzählung der Arten, die nach der Publikation der Arbeit von Cépède (1910) erschienen in seine Revision nicht eingeschlossen sind, zu geben.

Familie: **Anoplophryidae** Cépède.

Mundlose Darmparasiten.

I. Sektion — Formen mit Macronucleus vom pseudopodienartigen Umriß.

1. Subfamilie: Rhizocaryinae Cépède.

Formen mit konkaver Bauchfläche und einem Kern mit pseudopodienartigen Auswüchsen.

Genus: *Rhizocaryum* Caullery u. Mesnil.

II. Sektion — Formen mit glatter Oberfläche des Macronucleus, der hauptsächlich bandförmig verlängert ist.

I. Gruppe — unbewaffnete Parasiten.

2. Subfamilie: Bütschliellinae Cépède.

Besondere Anordnung der Wimperreihen; besondere Entwicklung des vorderen Körperendes, der die Fähigkeit besitzt sich hineinzuschieben.

Genus: *Bütschliella* Awerinzew.

B. naidos Mackinnon and Adam (1924).

3. Subfamilie: Anoplophryinae Cépède.

Fehlen besonders differenzierter Körperteile, Anordnung der Wimpern in längliche Reihen.

Genus: *Anoplophrya* STEIN.

A. paranaidis PIERANTONI (1909).
A. spirorbis STERZINGER (1910).
A. simplex ANDRÉ (1915).
A. polydorae FABIA, CUHNA, FONSECA (1917).
A. lloidi GHOSH (1918).
A. debaisieuxi DELPHI (1922).
A. elongata DELPHI (1922).
A. fusiformis DELPHI (1922).
A. parva MIHI.
A. baikalensis MIHI.

II. Gruppe — bewaffnete Parasiten.

4. Subfamilie: Mesnilellinae CÉPÈDE.

Formen mit innerem entoplasmatischen Skelett, das aus einer oder mehreren Spikulen besteht (siehe p. 489).

Genus: *Mesnilella* CÉPÈDE.

M. cépèdei ANDRÉ (1911).
M. rostrata MIHI.
M. bispiculata MIHI.
M. depressa MIHI.
M. variabilis MIHI.

5. Subfamilie: Hoplitophryinae CÉPÈDE.

Parasiten sind mit einem massiven chitinösen Befestigungsorgan versehen.

Genus: *Hoplitophrya* STEIN.

H. tubificis MACKINNON and ADAM (1924).

6. Subfamilie: Maupasellinae CÉPÈDE.

Befestigungsorgan in Form einer beweglichen konischen Ectoplasmaverdickung.

Genus: *Maupasella* CÉPÈDE.
Genus: *Schulzellina* CÉPÈDE.

7. Subfamilie: Radiophryinae MIHI.

Das innere ectoplasmatische Skelett aus fächerartig gelagerten Strahlen. Bei einigen Formen ist das Befestigungsorgan in Form eines massiven Zahnes (siehe S. 491).

Genus: *Radiophrya* MIHI.

R. prolifera MIHI.
R. hoplites MIHI.

Lada pygostoma n. sp.

(Taf. 27 Fig. 20—22.)

Im Darme von *Peloscolex inflatus*, *Lamprodrilus satyriscus* f. *ditheca* und einer *Lumbriculidae* (juv. indet.) wurde neben den mundlosen parasitischen Infusorien auch eine Form gefunden, die ein großes Interesse zur Lösung der Frage über die Entstehung der mundlosen Parasiten bieten kann. Dieses Infusorium, das in großen Mengen auftritt, konnte von morphologischer Seite her genügend datailliert erforscht werden; die wesentliche Frage über die Art der Ernährung dieser Form konnte jedoch nicht endgültig gelöst werden, teils infolge der ungünstigen Untersuchungsbedingungen im Expeditionslaboratorium, teils infolge der Empfindlichkeit des Parasiten dem künstlichen Milieu gegenüber, in welchem Beobachtungen ausgeführt wurden.

Ehe ich zur Beschreibung von *Lada pygostoma* übergehe, will ich noch einige Worte über die morphologische Orientierung dieses Infusoriums äußern; dieselbe bereitet etwaige Schwierigkeiten infolge der terminalen Mundlage. Hier nach Bütschli zu verfahren — als ventrale Seite die zu betrachten, wo die Mundöffnung sich befindet — ist etwas unbequem und schwierig; dies bezieht sich auch auf andere Formen mit derartiger Mundlage, z. B. auf *Boveria*, *Ptychostomum* und andere. Darum halte ich es für bequemer, mich an eine andere Orientierung zu halten, indem ich zwei breite und flachere Oberflächen als dorsale und ventrale und zwei andere als rechte und linke betrachte. Der vordere und der hintere Teil werden bestimmt, wie es überhaupt üblich ist, nach der Bewegung. Die Körperform von *L. pygostoma* ist abgeflacht in dorsoventraler Richtung und besitzt etwas unregelmäßige Umrisse: etwa bis $^{3}/_{4}$ der Körperlänge verbreitert, um sich darauf gegen das hintere Ende hin zu verjüngen.

Im vordersten Teile einer der breiten Seiten, welche ich bedingt als ventrale betrachten werde, befindet sich ein Saugnapf in Form von flacher Konkavität einer abgerundeten Form, deren vordere Grenze mit der Grenze des Körperendes zusammenfällt. Der Durchmesser des Saugnapfes erreicht ca. 50 μ, was ca. $^{1}/_{4}$ der Körperlänge entspricht. Es ist ziemlich schwer den Saugnapf zu untersuchen, da er weder von einer Walze noch von einer Erhöhung umgeben ist, seine Ränder sind kaum bemerkbar in Form einer schwachen Konturlinie. Den hintersten Körperteil nimmt die Mundöffnung ein, die sich beinahe terminal öffnet. Diese Öffnung hat die Form einer kleinen verhältnismäßig breiten Ritze, die senkrecht zur ventralen

Fläche liegt. Der linke Rand der Mundöffnung ist stärker entwickelt als der rechte und bildet die hintere Körperspitze; so befindet sich also die Mundöffnung etwas nach rechts von dieser Spitze. Vom Grunde der Mundspalte aus geht ein langer röhrenartiger Schlund, der sich allmählich verjüngt. Der Schlund biegt sich allmählich nach der linken Seite, etwas der ventralen Seite sich nähernd. Auf der inneren Oberfläche der Mundspalte finden wir eine Reihe von großen Wimpern, die auf der Oberfläche des Schlundes in eine undulierende Membran übergeht.

Auf der Oberfläche des Körpers kann man eine dünne helle Schicht von Ectoplasma, die sich von dem dunkleren Entoplasma auszeichnet, unterscheiden. Dieses letzte ist gleichmäßig-feinkörnig, durchsichtig und enthält im vorderen $^2/_3$ gar keine Einschlüsse. Der hintere Körperteil erscheint dicht mit Einschlüssen in Form von stark lichtbrechenden Tröpfchen gefüllt. Bemerkenswert ist, daß die Lage dieser Einschlüsse scharf abgegrenzt und abgetrennt ist, und daß außer diesem Gebiete kein einziges Tröpfchen angetroffen wird.

Der Wimperüberzug von *L. pygastoma* besteht aus länglichen dicht angeordneten Reihen von kleinen dünnen Wimpern. Am hinteren Ende im Bereich der Mundöffnung sind die Wimpern bedeutend länger als die anderen und bilden um den Mund herum eine Art Bündelchen. Der allgemeine Wimperüberzug dehnt sich nicht auf die konkave Oberfläche des Saugnapfes, dessen größter Teil unbewimpert ist, aus, nur in seiner Mitte befinden sich zwei Wimperreihen, die länglich und etwas schräg verlaufen. Die einzige kontraktile Vakuole erreicht große Dimensionen und befindet sich ca. $^1/_3$ der Körperlänge vom hinteren Ende; sie befindet sich am rechten Rande näher zur dorsalen Oberfläche.

Den Kernapparat kann man infolge der großen Durchsichtigkeit des Infusoriums in vivo in allen Details leicht sehen. Der Macronucleus von einer grobkörniger Struktur ist nierenförmig; er nimmt die Mittelstellung im Körper des Infusoriums ein und ist mit dem konkaven Rande nach vorn gerichtet. In dieser Konkavität liegt vor dem Macronucleus ein kleines oval-abgerundetes Körperchen — der Micronucleus. Die Vermehrung von *L. pygostoma*, was ich öfters beobachten konnte, geschieht durch Querteilung, wobei die Neubildung des Mundes und des Schlundes beim vorderen Individuum sich links von der Abschnürung des Körpers vollzieht.

Kernprozesse, die die Teilung begleiten, wurden von mir nur zum Teil verfolgt. Der Macronucleus teilt sich durch einfache Amitose. Der Micronucleus vergrößert sich bei der Vorbereitung

zur Teilung und nimmt eine längliche Form an, indem er dabei eine Längsstreifung aufweist (Fig. 21 Taf. 27). Zu dieser Zeit verläßt er seinen gewöhnlichen Platz vor dem Macronucleus und bewegt sich allmählich zurück, indem er sich neben dem letzteren lagert. Außer der beschriebenen längsgestreiften Figur gelang es mir noch ein älteres Stadium der Teilung des Micronucleus zu beobachten: sein chromatischer Inhalt ist in Form von großen Maschen einer körnigen Struktur, die im durchsichtigen hellen Bläschen liegen (Fig. 22 Taf. 27). Beim älteren Stadium kann man Tochtermicronuclei schon von einer dichten Struktur und voneinander bedeutend entfernt, sehen; hier sind sie noch durch einen dünnen Faden miteinander verbunden.

Die Dimensionen von *L. pygostoma* schwanken in unbedeutenden Grenzen um 200 μ in der Länge und 75—85 μ in der Breite.

Die Bewegungen dieses Parasiten in physiologischer Lösung sind ziemlich schnell und werden durch Drehung um die Längsachse begleitet. Besonders charakteristisch ist seine Fähigkeit sich an das Substrat mit Hilfe des Saugnapfes zu befestigen. Infusorien, in das Uhrgläschen gebracht, befestigen sich am Grunde des Gefäßes, dabei so stark, daß es erst mit Mühe gelingt, sie mit Hilfe eines Wasserstromes aus der Pipette loszutrennen.

Das Stadium der morphologischen Eigentümlichkeiten von *L. pygostoma* zeigt, daß diese Form zur Kategorie der äußerst eigenartigen und originellen Organismen gehört. Die Bestimmung der verwandtschaftlichen Beziehungen und der systematischen Lage dieser Organismen erscheint als äußerst schwierig. Im Jahre 1882 beschrieb Vejdovsky eine parasitische Form aus dem Darm der Oligochäte *Phreatothrix pragensis* und nannte sie *Lada Wrzesniowskii*. Diese Form weist bedeutende Ähnlichkeit mit dem von mir gefundenen Parasiten, wie der allgemeinen Körperform, so auch der Lage und dem Baue einzelner Teile nach, auf. Hier befindet sich im vorderen Teile ein Saugnapf, dieser ist aber von einer dicken hufeisenförmigen Walze umgeben, und der Grund des Saugnapfes ist dichter von Wimpern bedeckt. Der Macronucleus ist von ovaler Form, eine große kontraktile Vakuole liegt vom linken Rande. Das Entoplasma ist sehr durchsichtig und enthält Einschlüsse (Wassertropfen — dem Autor nach). Das hintere Körperende ist mit einem Kranz von langen Wimpern versehen. Leider ist die Beschreibung von Vejdovsky nicht exakt genug und in einigen wesentlichen

Punkten wahrscheinlich fehlerhaft. Der Autor gibt an, daß der Mund nur sehr unklar bemerkbar ist, und daß er sich, scheinbar, am vorderen Teile an den Enden der hufeisenförmigen Walze, die den Saugnapf umgibt, befindet. Am hinteren Körperende zeigt der Autor eine kleine spaltartige Vertiefung, die er für eine Cytopyge hält. Bei Durchsicht der Abbildung von *Lada Wrzesniowskii* und beim Vergleich dieser Abbildung mit dem eben beschriebenen Parasiten habe ich die große Ähnlichkeit beider Formen, was die Hauptzüge in ihrer Organisation anlangt, bemerkt und kam dabei zum Schlusse, daß VEJDOWSKY sich irrte, indem er den Mund im vorderen Teile des Infusoriums sehen wollte; an der angegebenen Stelle wird jede Öffnung überhaupt vermißt, die Öffnung jedoch, die VEJDOWSKY für die Cytopyge hielt, entspricht in Wirklichkeit dem reduzierten Munde des Parasiten. Als mir die Fehler von VEJDOWSKY augenscheinlich wurden, hielt ich es für ganz natürlich mein Infusorium als zweite Art in die Gattung *Lada* zu stellen, da die Ähnlichkeit beider Formen in die Augen fällt. Was die systematische Lage der Gattung *Lada* betrifft, so spricht sich VEJDOWSKY selber äußerst unbestimmt darüber, indem er doch auf gewisse Verwandtschaft dieser Gattung mit der Familie Paramaeciinae hinweist.

CÉPÈDE (l. c.) stellt scheinbar ohne genügende Gründe die Gattung *Lada* zur Gruppe Astomata und stellt eine neue Familie Ladidae mit bloß einer Gattung und Art auf.

Ich denke, daß diese Gattung mit zwei Arten — *L. Wrzesniowskii* VEJD. und *L. pygostoma* MIHI — nicht zu den Astomata gestellt werden kann und zwar dank dem Vorhandensein des Mundes, obwohl etwas reduzierten. Darum erscheint die Existenz der Familie Ladidae als etwas sinnlos.

So erscheinen die Verwandtschaftsbeziehungen und die systematische Lage der Gattung *Lada* mit ihren zwei Arten als sehr unklar, ja, es sind zur Zeit Angaben nicht hinreichend genug, um diese Fragen zu klären. Dessen ungeachtet will ich es versuchen, auf die mögliche Nähe in den Verwandtschaftsbeziehungen dieser Gattung mit einigen anderen Infusorien hinzuweisen. Zuerst sei der Versuch gemacht zu bestimmen, ob diese Formen zu den wirklichen Parasiten s. str. gehören, oder ob sie zu den Kommensalisten zu stellen sind, die als ihren Aufenthaltsort den Darm des Wurmes ausgewählt haben, mit diesem Milieu aber nicht eng verbunden sind. Zu diesem Zwecke betrachte ich einige physiologische und morphologische Eigentümlichkeiten dieser Formen. Beim Beobachten der *Lada pygostoma* in einem für das Tier fremden Milieu, im

Wasser oder in der physiologischen Lösung, kann man große Empfindlichkeit dieses Organismus den anormalen Bedingungen gegenüber konstatieren; sogar nach kurzer Zeit weist er deutliche Spuren der Deformation und Zerstörung auf. Dieser Umstand spricht dafür, daß sich das Infusorium ausschließlich an das Leben im Darme angepaßt hat und keine andere Bedingungen vermögen seine Existenz zu unterstützen. Die Fähigkeit der Arten der Gattung *Lada* sich anzuklammern, was durch das Vorhandensein des Saugnapfes bedingt wird, ist ein Charakterzug der parasitischen Form, der für mehr minder lange Aufenthaltszeit der Arten unter speziellen Bedingungen des Darmparasiten deutlich spricht. Diese Fähigkeit, sich auf die eine oder andere Art anzuklammern, besitzt eine große Anzahl von Darmparasiten, dabei nicht nur unter den Protozoa, sondern auch unter den Metazoa. Das äußerliche Aussehen und der Charakter des Plasmas lassen eine eigenartige Eigentümlichkeit erkennen, auf die oben schon hingewiesen wurde (p. 495). Wie bereits gezeigt wurde, ist das Plasma in den vorderen $^2/_3$ des Körpers ganz hyalin und enthält keine Einschlüsse; diese Eigenartigkeit ist geradezu eigentümlich für mundlose Parasiten und erscheint natürlich als Resultat des Überganges zur endosmotischen Ernährungsweise. Das letzte Drittel ist voll von Einschlüssen gestopft und unterscheidet sich stark von den beiden vorderen Dritteln. Solche Dualität erschwert die Lösung der Frage, wie sich *Lada* ernährt, auf osmotischem Wege oder durch Schlucken der Nahrungsteile durch den Mund. Der Charakter des Plasmas im vorderen Teile spricht für die erste Art, Einschlüsse im hinteren Teile sprechen dagegen und zwingen die Ernährungsweise mit Hilfe der Mundöffnung anzunehmen.

Als besonders wichtig in dem uns hier interessierenden Falle ist die Organisation des Mundes und im speziellen die schon erwähnte Frage über die Nahrungsaufnahme. Die beiden Vertreter der Gattung *Lada* besitzen, wie bereits gezeigt, einen Mund, einen Schlund und ein Bündel von speziellen Wimpern im Bereich der Mundöffnung. Alle diese Merkmale sind echten Parasiten nicht eigen, es sind vielmehr Eigentümlichkeiten eines freilebenden Organismus. Andererseits ist die terminale Mundlage mehr den Infusorien — Kommensalisten und Hemiparasiten, wie z. B. *Boveria*, *Ptychostomum* u. a. — eigen und kommt verhältnismäßig selten bei freischwimmenden Formen vor. Ob der Mundapparat bei *L. pygostoma* als solcher fungiert, oder vielmehr ein rudimentares Organ ist, ähnlich dem Munde des Parasiten *Intorschellina*, der die Nahrung schon

nicht aufnehmen kann? Diese Frage wurde bei Beobachten am lebenden Material gestellt und konnte leider nicht endgültig gelöst werden. Ich konnte beobachten, wie kleine Partikelchen, die in den Mund von *L. pygostoma* durch die Tätigkeit der Mundwimpern geraten, da eine Zeitlang blieben; die weitere Beförderung dieser Partikelchen in den Schlund und der darauffolgende Übergang in das Plasma konnte nicht beobachtet werden; damit wurde die Art und Weise der Ernährung durch den Mund nicht endgültig festgestellt. Die ununterbrochene Tätigkeit der Mundwimpern, der undulierenden Membran und die reichhaltige Anhäufung der Einschlüsse im Bereich des Mundapparates sprechen dafür, daß der Mund seine Funktionstätigkeit nicht endgültig eingebüßt hat. Alle diese Angaben über den Charakter des Plasmas und über die Organisation des Mundes deuten vielleicht auf eine zweifache Ernährungsweise, die sich teilweise auf osmotischem Wege, teilweise durch Verschlucken der Nahrungspartikelchen aus dem Darminhalt des Wirtes mit Hilfe des Mundes vollzieht. Und nun, indem man alle diese Erwägungen in Betracht zieht, soll man die Arten der Gattung *Lada* zu den Übergangsformen rechnen, die verhältnismäßig erst vor kurzem zur parasitischen Lebensweise übergegangen sind und dabei einige spezielle Organisationszüge entwickelt haben, jedoch sind die Eigentümlichkeiten der freilebenden Organismen noch nicht eingebüßt.

Wenn man mit solchen Übergangsformen zu tun hat, so erscheint es nicht ohne Interesse, einerseits die Organisation einiger Infusorien — Halbparasiten und Kommensalisten, die den freilebenden Organismen näher stehen, andererseits parasitische Formen, die sich durch Mundlosigkeit oder durch bedeutende Mundreduktion und parasitische Ernährungsweise auszeichnen, näher kennen zu lernen und in einer vergleichenden Übersicht Angaben über die Evolution einiger Parasiten zu schöpfen. Bedeutendes Interesse in dieser Hinsicht bietet die Gruppe der Ancistridae, die verhältnismäßig vor kurzem in der Monographie von Issel (1904) bearbeitet wurde. Diese eigenartigen Kommensalisten, die auf den Kiemen und auf dem Mantel der Mollusken zu Hause sind, zeigen in vielen Organisationszügen eine große Ähnlichkeit mit der Gattung *Lada*. Die Mundlage im hinteren Körperteil erscheint als etwas Gemeinsames für diese ganze Familie. Bei solchen Formen wie *Ancistrum*, *Plagiospira* und *Boveria* kann man eine allmähliche Versetzung des Mundapparates nach hinten beobachten, wobei bei der letzten Form der Mund schon eine terminale Lage einnimmt wie bei den Arten der

Gattung *Lada*. Außer der terminalen Mundlage bei den vergleichenden Formen findet man auch große Organisationsähnlichkeit im Bau des langen röhrenartigen Schlundes und im Vorhandensein des am Munde gelegenen Wimperbündels.

Als weiteren interessanten Zug in der Organisation einiger Ancistridae nenne ich die Differenzierung des Wimperüberzuges im vorderen Teil der einen der zwei flachen Seiten des Infusoriums (der linken nach Issel); die Wimpern sind hier speziell differenziert und bilden ein Bündel, welches Issel „pannachio laterale" nennt. Dieselbe Bildung beschreibt auch Maupas (1883) bei zwei *Ancistrum*-Arten und schreibt ihr, was uns besonders wichtig erscheint, die Bedeutung des Befestigungsorganes zu, sich auf seine Beobachtungen in vivo stützend. Auf diese Weise finden wir bei den erwähnten Formen eine große Ähnlichkeit in der Organisation und in der Lage des Mundapparates, eine den beiden Formen gemeinsame Fähigkeit, sich an das Substrat mit dem analogen Oberflächenteile zu befestigen und außerdem die Ähnlichkeit der Lage der kontraktilen Vakuole und des Nucleus.

Es sei hier noch eine neue Form, die von Cépède (1910) beschrieben wurde — *Isselina intermedia* — erwähnt; diese Form wird im palealen Raume des Mollusken *Littorina obtusata* gefunden und weist große Ähnlichkeit mit der Familie Ancistridae auf; vom Autor wurde sie auch zu dieser Familie gestellt. Eine größere Ähnlichkeit mit den Vertretern der Gattung *Lada* weist *Ptychostomum saenuridis* Stein auf; die Beschreibung dieser Form finden wir bei Maupas (1883). Dieses Infusorium wurde von Stein im Darm der Oligochäten *Saenuris variegata* und *Tubifex rivulorum* als Kommensalist konstatiert, was besonders interessant beim Vergleich dieser Form mit *Lada* ist. Der sich von vorn nach hinten verbreiterte Körper dieses Kommensalisten, die terminale Lage des Mundes, der mit einem Bündel von Wimpern versehen ist und in einen langen röhrenartigen Schlund führt, die Lage der kontraktilen Vakuole und der Bau des Kernapparates, — alles das sind Ähnlichkeitszüge der vergleichenden Formen. Die Fähigkeit des *Ptychostomum saenuridis*, sich an das Substrat mit dem vorderen Teil der Bauchfläche, wo sich ein Bündel von speziell differenzierten Wimpern wie bei Ancistridae befindet, zu befestigen, vergrößert noch mehr die Ähnlichkeit der betrachteten Formen.

Es wurden bis jetzt einige Formen — Kommensalisten und Halbparasiten — beobachtet; wenden wir uns jetzt zur Gruppe der echten Parasiten unter den Astomata und wollen wir dabei den

Versuch machen, unter diesen Organismen Ähnlichkeitszüge mit der Gattung *Lada* zu finden.

In der Zusammensetzung von CÉPÈDE (l. c.) findet man die Beschreibung einer interessanten Form, die teilweise auf Grund der Beobachtung von CÉPÈDE selbst, teilweise nach KOFOID, der den Parasiten beschrieben hat, gemacht wurde. Diese Form — *Protophrya ovicola* — parasitiert auf Eiern und im palealen Raum des Mollusken *Littorina rudis* [1]). Dieses Infusorium besitzt einen rudimentären Mundapparat, der terminal liegt und von einem Bündel von langen Wimpern umgeben ist. Der Mund sowie der Schlund dieser Form sind soweit reduziert, daß sie von KOFOID unbemerkt blieben; von CÉPÈDE wurden sie bloß auf Schnitten konstatiert. Die kontraktile Vakuole und der Macronucleus von *Protophrya avicola* sind ebenso wie bei beiden *Lada*-Arten gelagert. Besonders erwähnenswert ist das Vorhandensein eines kleinen Bündels von Wimpern im vorderen Teile der Bauchfläche von *Protophrya*, das an das Befestigungsorgan von Ancistridae und *Ptychostomum* erinnert.

Wir haben eine Reihe von Parasiten und Kommensalisten betrachtet; alle diese Formen weisen viel Ähnlichkeit auf und bilden scheinbar eine gemeinsame Organismengruppe, wobei die Organismen miteinander genetisch verbunden sind. Einzelne Vertreter dieser Gruppe haben sich den verschiedenen speziellen Existenzbedingungen angepaßt und dabei eine Reihe von charakteristischen Eigenschaften entwickelt, wobei sie aber einen gemeinsamen Grundbauplan beibehalten. Wenden wir uns zum Mundapparat, so finden wir, daß er sich stets im hinteren Teile des Körpers befindet; der Mund ist mehr oder minder spaltförmig, von einem Bündel von langen Wimpern umgeben und führt in einen röhrenförmig gebogenen Schlund. Bei den Kommensalisten Ancitridae, *Isselina*, *Ptychostomum* fungiert der Mundapparat im vollen Maße und ist hier völlig entwickelt. Bei den *Lada*-Arten, den Darmparasiten, ist die Tendenz bemerkbar, zu der parasitischen (osmotischen) Ernährungsart überzugehen; der Mundapparat verliert zum größten Teil seine Funktionen und weist eine einfachere Organisation auf. Bei *Protophrya ovicola*, dem Eiparasiten und dem Parasiten des palealen Raumes der Mollusken, fällt im Zusammenhang mit den Lebensbedingungen die Ernährungsweise durch den Mund definitiv weg, an ihre Stelle tritt die osmotische Ernährung auf, und der Mundapparat wird beinahe völlig reduziert.

[1]) Die Arbeit von KOFOID (1893), wo diese Form zuerst beschrieben war, blieb mir nicht zugänglich.



Nicht minder interessant erscheint auch die Evolution der Befestigungsfähigkeit. Es wurde schon gezeigt, daß alle betrachteten Formen eine besondere Differenzierung (oder Spuren einer derartigen) im vorderen Teile einer der flachen Seiten, im Zusammenhang mit dem Streben sich mit diesem Teile an das Substrat zu befestigen, aufweisen. Kommensalisten Ancistridae, *Isselina*, *Ptychostomum*, deren Aufenthaltsort nicht so eng begrenzt wird und deren Beziehung zum Wirte scheinbar nicht so eng ist, besitzen die Fähigkeit sich anzuhaften bloß im verhältnismäßig schwachen Grade und sind zu diesem Zwecke mit einem wenig vollkommenen Organe in Form von besonders differenzierten Wimpern versehen. Für die Darmparasiten *L. Wrzesniowskii* und *L. pygostoma*, deren Aufenthaltsort eng begrenzt ist, und die Beziehungen zum Wirte sehr eng geknüpft sind, ist die Fähigkeit sich anzuhaften sehr bedeutend und so kann man bei ihnen die ausgesprochendste Befestigungsanpassung in Form eines mächtigen Saugnapfes beobachten. Umgekehrt haben sich die Verhältnisse bei *Protophrya ovicola*, dem Parasiten auf den Eiern und im palealen Raume bei *Littorina rudis*, gestaltet — die Befestigungsfähigkeit ist hier eingebüßt, an Stelle des Befestigungsapparates sieht man bloß ein Wimperbündel.

Was die Beziehung dieser Gruppe der Kommensalisten und Parasiten mit freilebenden Organismen anlangt, so ist dieselbe noch nicht deutlich genug zu betrachten. Einerseits stellt Cépède (l. c.) eine Reihe von Formen — *Protophrya*, *Isselina*, *Ancistrum*, *Hemispeira*, *Sciphydia*, *Epistilis* — auf, und macht auf diese Weise den Versuch Parasiten mit der Gruppe der Peritricha, indem er sich auf die Meinung von Fauré-Frémiet (1905) über die nahe Verwandtschaft der Ancistridae zu den Discotricha bezieht, zusammenzubringen. Andererseits bringen Maupas (1883) und darauf Issel (1904) Ancistridae und *Ptychostomum* mit solchen Formen wie *Pleuronema*, *Microthorax*, *Cinetochilum* u. a. zusammen.

Was mich anlangt, so bin ich geneigt, den zweiten Gesichtspunkt für den richtigen zu halten, indem ich mich hauptsächlich auf die Lage des Mundapparates, auf den Charakter des Wimperüberzuges und die allgemeine Körperform stütze. Zurzeit müssen wir anerkennen, daß unsere Kenntnisse über die Beziehungen einzelner Formen im Bereich dieser Gruppe und über ihre Beziehungen zu freilebenden Organismen ungenügend erscheinen.

Eine exaktere und gründliche Aufklärung der Phylogenie und Systematik dieser Teile der Klasse der Infusorien ist eine Sache der zukünftigen Forschung.

Bei der Untersuchung des Darmes einer Reihe von Baikal-Turbellarien war ich bemüht, parasitische mundlose Infusorien aus der Familie der **Discophryidae**, die für diese Würmergruppe so charakteristisch sind, zu finden, aber leider blieben alle meine Bemühungen in dieser Hinsicht erfolglos, denn es wurde keine einzige dieser Formen gefunden. Dennoch blieben meine Untersuchungen an Turbellarien nicht ganz ohne Erfolg, da im Darm der drei *Turbellaria*-Arten zwei Arten von parasitischen Infusorien gefunden wurden, die nicht zur Gruppe der **Astoma** gehören. Beide Parasiten besitzen völlig entwickelte Mundapparate; nach dem Bau der letzteren kann man sie zur Gattung *Ophryoglena* stellen. Bis 1909 gehörten zu dieser Gattung ausschließlich freilebende Arten, bis E. André (1909) zuerst eine parasitische Form — *Ophryoglena parasitica* aus dem Darm der Turbellaria *Dendrocoelum lacteum* von den atlantischen Ufern Frankreichs beschrieben hat. Hier führe ich eine Beschreibung zweier von mir gefundenen Formen an, welche sich hauptsächlich auf Beobachtungen in vivo stützt, da Präparate sehr wenig zur Kenntnis dieser Infusorien beitragen.

Ophryoglena pyriformis n. sp.
(Taf. 27 Fig. 23.)

Diese Form wurde zuerst im Darm von *Sorocoelis maculosa*, einer kleinen Turbellaria, die unter den Steinen beim Ufer der Tschivyrkuisky-Bai lebt, gefunden. Derselbe Parasit wurde auch in dem Darm einer anderen Turbellaria — *Planaria nigrofasciata*, die bei den Uschkanji-Inseln gefunden wurde, angetroffen. Von Parasiten infizierte *Sorocoelis maculosa* gibt es nicht viele, und man muß einige Zehner von Würmern öffnen, um einen Infizierten zu bekommen; außerdem befinden sich im Darm eines infizierten Wirtes nicht mehr als 5—6 Parasiten.. Wie *Planaria nigrofasciata* infiziert ist, darüber kann ich kein Urteil fällen, da ich nur drei Exemplare untersuchen konnte; darunter war nur ein Exemplar infiziert. Überhaupt gehört *Ophryoglena pyriformis* zu den raren Formen.

Der Parasit befindet sich im Darme in den vom Munde entlegenen Teilen; indem man den infizierten Wurm unter zwei Objektträger bringt und auf ihn leise drückt, kann man Infusorien, die in den blinden Verzweigungen des Darmes sitzen, unterscheiden. Die Körperform von *O. pyriformis* ist birnenförmig, in der vorderen Hälfte verjüngt und in der hinteren stark verbreitert. Der Wimperüberzug ist in Form von länglichen dichteren Reihen angeordnet;

er ist gleichmäßig längs der ganzen Körperoberfläche mit Ausnahme eines kleinen Teiles im Bereich der Mundöffnung, wo die Wimpern länger als in anderen Teilen sind — ein Merkmal die auch bei anderen Vertretern der Gattung *Ophryoglena* beobachtet wird.

Das Ectoplasma bildet eine ziemlich dicke helle Schicht, die an der Oberfläche des dunklen Entoplasmas scharf hervorragt. Im Ectoplasma befindet sich eine große Anzahl von Trichocysten, die zur Körperoberfläche perpendikular gelagert sind. Das Entoplasma ist sehr dunkel und beinahe ganz undurchsichtig, ein Umstand, der die Beobachtung bedeutend erschwert; es ist dicht mit verschiedenen Einschlüssen überfüllt, dabei hauptsächlich in Form von Tropfen, scheinbar von einer öligen Substanz. In dieser Hinsicht erinnert das Plasma von *O. pyriformis* an das Plasma einiger freilebender *Ophryoglena.*

Zahlreiche kontraktile Vakuolen von geringen Dimensionen sind längs der ganzen Körperoberfläche zerstreut, indem sie auf der Grenze zwischen Ecto- und Entoplasma liegen; es fehlt jede Ordnung und Synchronismus in der Pulsation der Vakuolen.

Der Mundbau ist sehr charakteristisch und spricht für die Zugehörigkeit dieser Form zur Gattung *Ophryoglena.* Es werden keine Reduktionszüge, die durch den Übergang zur parasitischen Lebensweise bedingt werden, beobachtet. Am Rande der Mundöffnung befindet sich die undulierende Membran in Form einer Sichel, die den Eingang in den Schlund zudeckt. Der Schlund erscheint in Form eines seichten, kleinen Raumes; darin befindet sich eine zweite undulierende Membran. Am Munde habe ich den Körper in Form eines „Uhrgläschens", das für einige Arten der Gattung *Ophryoglena* geradezu charakteristisch ist, nicht beobachtet.

Der Macronucleus von *O. pyriformis* ist in vivo in Form eines hellen Körpers, der cylindrisch und stark ausgedehnt mit etwas aufgeschwollenen Enden ist, deutlich sichtbar. Gewöhnlich ist er mehr minder hufeisenförmig gebogen. Ungeachtet des eifrigen Suchens habe ich den Micronucleus weder am lebenden Materiale, noch auf den gefärbten Totalpräparaten, noch auf Schnitten finden können. Es wäre sehr schwer diesen Teil des Kernapparates, falls er überhaupt vorhanden wäre, infolge des äußersten Reichtums an plasmatischen Einschlüssen in Form von Tröpfchen und Körnchen verschiedener Größe, die mit basischen Farben sich färben, zu beobachten. Und so will ich es nicht behaupten, daß der Micronucleus nicht vorhanden wäre, obwohl meine diesbezüglichen Nachforschungen erfolglos blieben.

Es gelang mir nicht die Teilung von *O. pyriformis* zu beobachten. Es ist möglich, daß sich dieselbe im Encystierungszustand vollzieht, wie es bei anderen Arten der Gattung *Ophryoglena* beobachtet wird. Die Dimensionen dieser Form schwanken von 230—400 μ.

Die Parasiten, aus dem Darme entnommen und ins Wasser gelegt, schwimmen ziemlich schnell, indem sie Kreise beschreiben. Nach einiger Zeit wird die Bewegung allmählich stille, die Körperform verändert sich dabei, sie wird rundlicher und bläht sich auf.

Ophryoglena intestinalis n. sp.
(Taf. 27 Fig. 24.)

Diese äußerst große Form wurde im Darm der großen Turbellarien, die ziemlich oft beim Dredgen im Tschivyrkuisky-Bai auf verhältnismäßig geringen Tiefen angetroffen wird, gefunden. Diese Turbellaria gehört zur Gattung *Dicotylus*; Bestimmung bis zur Art mißlang. Dem äußeren Habitus nach erinnert die Turbellaria an *Dicotylus bistriatus*, zeichnet sich jedoch von dieser Form durch das Fehlen der Augen und durch etwas kleinere Dimensionen aus. Ich untersuchte drei Exemplare dieses Wurmes; darunter war bloß ein Exemplar von ziemlich vielen *Ophryoglena intestinalis* infiziert. Parasiten waren längs dem ganzen Darme zu haben, jedoch hauptsächlich in seinen zentralen Teilen, zum Unterschied von *O. pyriformis*, die gewöhnlich die entlegensten blinden Darmenden verstopft.

Die Körperform ist sehr beständig und regelrecht, am vorderen Ende verbreitert und nach hinten allmählich verjüngt. Am vorderen breitgerundeten Ende befindet sich ein kleiner Vorsprung in Form eines Höckers, was *O. intestinalis* an *Distomum hepaticum* erinnert; jedoch, zum Unterschied von der letzteren, ist der Körper des Infusoriums nicht flach.

Der Wimperüberzug zeichnet sich durch die regelmäßige Anordnung der länglichen Wimperreihen aus. Längere Wimpern umgeben die Mundöffnung mit einem dichten Bündel, wie es bei anderen *Ophryoglena* beobachtet wird.

Die helle ectoplasmatische Schicht ist im Gebiet des Höckers, der die Körperspitze besetzt, etwas verdickt. Die auf solche Weise hier gebildete helle Schicht ist dicht von Trichocysten erfüllt; einige darunter sind in regelrechte Reihen im oberflächlichen Ectoplasma angeordnet, andere, vorrätige, sind in großer Anzahl unter den ersten zerstreut. Eine regelrechte Trichocystenreihe befindet sich auf der ganzen Körperoberfläche, jedoch nimmt, indem man sich vom Höcker an der Spitze entfernt, die Anzahl der Trichocysten ab.

Das Ectoplasma von *O. intestinalis* ist sehr dicht von Einschlüssen in Form von Tröpfchen und Körnchen überfüllt, was den Körper des Infusoriums beinahe ganz undurchsichtig macht; bei dem Färben nehmen diese Einschließungen stark basische Farben an und hellen sich schlecht auf.

Kontraktile Vakuolen sind nicht groß, aber zahlreich; sie sind regellos längs der ganzen Körperoberfläche zerstreut, indem sie auf der Grenze zwischen Ecto- und Entoplasma liegen. Der Mundapparat ist gebaut nach dem Typus, der für die Gattung *Ophryoglena* so charakteristisch ist und weist keine Reduktion auf. Er befindet sich im vorderen Viertel des Infusoriumkörpers. Am Rande der Mundöffnung ist eine sichelförmige undulierende Membran angeordnet, unter derselben befindet sich ein breiter und flacher Schlund, der mit einer zweiten Membran versehen ist.

Der Macronucleus sieht ähnlich dem der vorher beschriebenen Art aus; es ist ein länglich cylindrischer Körper mit aufgeschwollenen Enden, mehr minder hufeisenförmig gekrümmt. Was den Micronucleus anlangt, so gelang es mir nicht, ihn zu beobachten, was übrigens auch bei *O. pyriformis* der Fall war. Auch diesmal ist es mir infolge der größten Undurchsichtigkeit des Körpers schwer zu entscheiden, ob dies ein Bestandteil des Kernapparates bei *Ophryoglena intestinalis* ist, oder ob er fehlt.

Es ist mir nicht gelungen, die Teilung dieser Form zu beobachten. Die Dimensionen von *O. intestinalis* schwanken beträchtlich, sie sind überhaupt sehr groß; besonders große Exemplare erreichen 1,5 mm Länge bei einer Breite von 450 – 500 μ; es kommen aber auch bedeutend kleinere Exemplare vor — nur 60 μ lang.

Auch dieser Parasit vermag nicht längere Zeit im Wasser zu existieren; seine Bewegungen hören ziemlich rasch auf, und er deformiert sich.

Nachdem ich diese beiden Formen beschrieben habe, muß ich noch ein paar Worte über ihr Verhalten zu der schon beschriebenen *Ophryoglena parasitica* André sagen. Der Vergleich dieser letzteren mit den neu beschriebenen läßt wesentliche Unterschiede erkennen. Erstens ist die Form und die Dimensionen verschieden, zweitens besitzt *O. parasitica* nur zwei kontraktile Vakuolen und einen ovalen Macronucleus. Bei dieser Form gelang es dem Autor das Fehlen von Micronucleus (?) und des Schlundes zu konstatieren, seiner Meinung nach fehlen auch undulierende Membranen. Es läßt sich überhaupt in der Beschreibung dieses Autors eine Tendenz erkennen, laut der der Mundapparat etwas reduziert ist; André äußert sich

noch in dem Sinne, daß scheinbar der Mund bei *O. parasitica* als solcher nicht fungiert; diese Meinung wird auch dadurch unterstützt, daß er nie Nahrungspartikelchen im Plasma des Parasiten beobachten konnte. Es scheint mir, daß man sich gegen diese Tatsachen und Ergebnisse mit gewisser Vorsicht verhalten muß, da man doch stets Schwierigkeiten der Beobachtung der Infusorien mit dunklem Plasma, das zudem viele Einschließungen enthält, im Auge behalten muß.

Aus der Beschreibung beider oben angeführten parasitischen *Ophryoglena* kann man das Fehlen jeglicher Merkmale der Reduktion und Spezialisation, die auf die parasitische Lebensweise dieser Infusorien hinweisen, erkennen. Der Mundapparat, an dem am ehesten die parasitische Lebensweise und der Übergang zur besonderen Ernährungsweise bemerkbar wird, blieb bei den beschriebenen Formen völlig entwickelt und hat keinen seiner Bestandteile eingebüßt.

Das Plasma behielt alle Merkmale eines solchen bei einem freilebenden Organismus bei und weist keine Züge auf, die für Parasiten so eigentümlich sind, wie Durchsichtigkeit, Fehlen von Einschlüssen usw. Es sind sogar Trichocysten vorhanden — Organoiden, sehr wichtig für eine freilebende Form und scheinbar ganz nutzlos für einen Parasiten, der den Darm bewohnt.

Aus allen diesen Erwägungen könnte die Überzeugung entstehen, daß *O. pyriformis* und *O. intestinalis* nicht zu den Formen gehören, die sich an die parasitische Lebensweise angepaßt haben, sondern zufällig und temporär in den Darm der Turbellarien gelangt sind, wie es andere freilebende Infusorien zu tun pflegen. Jedoch, ungeachtet der anatomischen Merkmale müssen wir diese beiden Formen zu den parasitischen, oder besser zu den Formen, die sich endgültig an besondere Bedingungen angepaßt haben, rechnen. Der Umstand, daß diese Infusorien ins Wasser gebracht, sehr schnell zugrunde gehen, weist darauf hin, daß dieses nicht ihr Milieu ist; ihr eigentliches Milieu ist der Darm der Turbellarien, mit diesem Milieu sind sie auf das engste verbunden und an dasselbe angepaßt, indem sie die Fähigkeit ein selbständiges Leben zu führen ganz eingebüßt haben.

Was die Ernährungsweise betrifft, so gehört dieser Punkt zu den wichtigen bei der Entscheidung der Frage über die Zugehörigkeit von *O. pyriformis* und *O. intestinalis* zu den echten Parasiten. Der hohe Grad der Differenzierung des Mundapparates bei diesen Formen und das Fehlen der Züge der Vereinfachung an demselben spricht dafür, daß sie sich holozoisch ernähren, das heißt, daß sie geformte Nahrung aus dem Inhalt des Darmes ihres Wirtes ver-

schlucken; von diesem Gesichtspunkte ausgehend können sie nicht zu den echten Parasiten gestellt werden. Wenn man auch in Betracht zieht, daß Angaben über den Einfluß der Anwesenheit dieser Infusorien im Darm auf den Wirt überhaupt fehlen, so muß man darauf bestehen, daß man diese Formen als Parasiten nicht bezeichnen kann. Es scheint mir, daß *O. pyriformis* und *O. intestinalis* eher zu den Kommensalisten, jedoch nicht zu den zufälligen, sondern zu denen, die an das bestimmte und dabei eng-umgrenzte Milieu gebunden sind, zu stellen sind.

Zum Schluß der Arbeit halte ich es für eine angenehme Pflicht, meinen großen Dank an Herrn Prof. Dr. G. A. Kojewnikow für den Beistand bei der Organisation der Expedition, sowie meinen Kollegen an der Expedition — Dr. J. Messiatzew und Dr. L. Zenkewitsch — für den Beistand bei dem Sammeln des Materials, auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

André (1909): Sur un nouvel infusoire parasite des Dendrocoeles. Revue Suisse de Zool. T. 17.

— (1911): Mesnilella Cepedei n. sp. infusoire parasite des Olygochaets. Ibid. T. 19.

— (1915): Contribution à l'étude de la faune infusorienne du Lac Mageur. Ibid. T. 23.

Cépède, C. (1909/10): Recherches sur les infusoires Astomes etc. Arch. d. Zool. expér. et gén. T. 3 Ser. 5.

— (1911/12): Notes complementaires sur la conjugaison des infusoires Astomes I. Anoplophrya Brasili Lég. et Dub. Ibid. T. 4 Ser. 5.

— (1923): Note taxonomique sur les infusoires Astomes etc. Bull. Soc. Zool. France Paris T. 48.

— (1923): Sur les infusoires ciliés Astomes parasites des Rhinchelmis. Ibid. T. 48.

Debaissieux (1921): Un ciliate Astome nouveau: Intoschellina rhinchelmis. Ann. Soc. Sc. Bruxelles 3 sex.

Delphi (1922): Infusoires parasites de Lombriciens limicoles (note prelim.). Bull. Mus. Paris.

Faria, Cunha, Fonseca (1917): Sobre es protozoarios parasitos de Polydora socialis Brazil Medico Vol. 31.

— (1918): Protozoarios parositos de Polydora socialis. Mem. Inst. Oswaldo Cruz. Vol. 10.

Ghosh (1918): Studies on Infusoria. Rec. Ind. Mus. Vol. 15.

Issel (1904): Ancistridi del Golfo di Napoli etc. Mitteil. St. Neapel Vol. 16.

Maupas (1883): Contribution à l'étude morphologique et anatomique des infusoires. Arch. d. Zool. expér. et gén. T. 1 Ser. 2.

Mackinnon et Adam (1924): Note on four Astomatous ciliates from Olygochaete worms. Quart. Journ. Micr. Sc. N. ser. No. 270 Vol. 68.

Pierantoni (1909): Struttura, biologia e sistematica di Anoplophrya paranaidis sp. n. Arch. f. Protistenk. Bd. 16.

STERZINGER (1910): Über die *Spirorbis*-Arten der nördlicher Adria. Abh. d. Zool.-Bot. Ges. Wien Bd. 5.

STIRRUP (1913): A descriptive study of an Olygochaete worm of the Fam. Enchitraeus: with an appendix of certain commensal Protozoa. London. Proc. Zool. Soc.

VEJDOVSKI (1882): Thierische Organismen der Brunnenwasser von Prag. Prag.

Tafelerklärung.

Tafel 26 u. 27.

Fig. 1. *Anoplophrya parva* n. sp. In vivo.

Fig. 2. *Anoplophrya baikalensis* n. sp. In vivo.

Fig. 3. *Mesnilella rostrata* n. sp. In vivo.

Fig. 4—6. „ „ „ Micronucleusteilung nach Eisenhämatoxylinpräparat. Zeichenapparat ABBE, ZEISS Immers. 2 mm, Comp. Oc. 18.

Fig. 7. *Mesnilella depressa* n. sp. In vivo.

Fig. 8. „ „ „ Vorderende von Bauchseite.

Fig. 9. *Mesnilella bispiculata* n. sp. In vivo.

Fig. 10. „ „ „ Vorderende, Profilansicht.

Fig. 11. *Mesnilella variabilis* n. sp. In vivo.

Fig. 12. *Radiophrya prolifera* n. gen., n. sp. In vivo.

Fig. 13. „ „ „ „ Vorderende.

Fig. 14. *Radiophrya hoplites* n. gen., n. sp. In vivo.

Fig. 15. „ „ „ „ Vorderende von Bauchseite.

Fig. 16. „ „ „ „ Vorderende, Profilansicht.

Fig. 17. „ „ „ „ „Pfeilspitzartiges“ Skelettelement von Bauchseite.

Fig. 18. „ „ „ „ Dasselbe, Profilansicht.

Fig. 19. „ „ „ „ Micronucleusteilung nach Eisenhämatoxylinpräparat. Zeichenapparat ABBE, ZEISS Immers. 2 mm, Comp. Oc. 12.

Fig. 20. *Lada pygostoma* n. sp. In vivo.

Fig. 21—22. *Lada pygostoma* n. sp. Micronucleusteilung nach Eisenhämatoxylinpräparat. Zeichenapparat ABBE, ZEISS Immers. 2 mm, Comp. Oc. 6.

Fig. 23. *Ophryoglena pyriformis* n. sp. In vivo.

Fig. 24. *Ophryoglena intestinalis* n. sp. In vivo.

Beiträge zur Kenntnis der Chytridineen. Teil III.

Von

A. Scherffel.

(Hierzu Tafel 28.)

Formen unsicherer oder unbekannter Stellung.

Als Anhang zu den vordem erschienenen Teilen I und II dieser Beiträge möchte ich nun noch einige wenige, leider nur lückenhaft bekannte Organismen behandeln, welche mit Chytridineen so manche Übereinstimmung zeigen, jedoch auch derartige Abweichungen aufweisen, die es fraglich erscheinen lassen, ob sie hier untergebracht werden können.

Olpidium? *pseudomorphum* nov. spec.

(Taf. 28 Fig. 1—5.)

Den 15. Juli 1913 fand ich in einer *Spirogyra*-Zelle neben einem längeren Schlauch von *Lagenidium Rabenhorstii* Zopf, der seine Sporangien zum größten Teil bereits entleert hatte und auch ein Oogonium mit der Oospore zeigte, einen zweiten, kurzen Schlauch, der durch eine Querwand in zwei Glieder geteilt war, deren jedes bereits den Entleerungshals entwickelt und mit demselben die Membran der *Spirogyra*-Zelle durchbohrt hatte. Gestaltlich glich jener zweigliedrige Schlauch vollkommen dem *Lagenidium Rabenhorstii* und auch die Ausgestaltung der Entleerungshälse war die gleiche. Auffallend war es nur, daß seine beiden Glieder erfüllt waren von einem gleichmäßig körnigen Plasma und daß dessen Körnchen etwas gröber und stärker lichtbrechend, viel dunkler erschienen, als sie in auf diesem Stadium befindlichen Zoosporangien

von *Lagenidium Rabenhorstii* zu sein pflegen. Alsbald machte sich eine strömende Bewegung in der ganzen Inhaltsmasse bemerkbar, was bei *Lagenidium* sonst nie vorkommt, ohne daß hierbei eine Aufteilung des Inhaltes in Portionen, in die Schwärmer zu beobachten gewesen wäre. Aber schon nach wenigen Sekunden ging diese strömende, zirkulierende Bewegung des Inhaltes in ein lebhaftes, später geradezu ungestümes und wildes Durcheinanderschießen über und nun war es klar, daß es sich hier nur um wild durcheinander wimmelnde Schwärmer handeln könne, die aber als solche (im Innern des Sporangiums) selbst bei Anwendung Zeiss'scher Ölimmersion, Apochromat 2 mm/1,30 Apert. nicht erkennbar waren. An der Mündung des Entleerungshalses sah man aber einen kleinen Schwärmer sich durch die enge Öffnung hindurchzwängen, der eine einzige, ziemlich lange Geißel nach sich zog. Einige Augenblicke blieb dieser Schwärmer vor der Mündung des Entleerungshalses ruhig liegen, wobei sein Körper unter Entwicklung loboser Pseudopodien, besonders an seinem hinteren Ende, fortwährend amöboide Umrißänderungen zeigte (Taf. 28 Fig. 4). Sehr bald schoß er aber mit einer hüpfenden Bewegung davon, wobei die Geißel nachgeschleppt wurde. Beim Davonschwimmen nahm der Körper des Schwärmers gestreckt-ovale, bisweilen etwas eiförmige, man könnte sagen plump-stäbchenförmige Gestalt an und schien etwas gebogen zu sein, er war 4 μ lang und 2 μ dick. Die ziemlich lange Geißel schien nicht genau vom Hinterende abzugehen, sondern etwas höher, seitlich, am gewölbten Rücken des Schwärmers zu inserieren (Taf. 28 Fig. 4 bei x). Das Plasma seines Körpers führte einige (3—5) stark lichtbrechende, grobe Körnchen (Fettkügelchen?), ein größerer, solitärer Fetttropfen, wie er bei den Chytridiaceenschwärmern sonst zu finden ist, fehlte hier zumeist. Gleichzeitig verließ nur ein Schwärmer die Mündung des Entleerungshalses. Die Entleerung der fertig gebildeten Schwärmer erfolgte einzelweise im strengsten Sinne des Wortes, so daß es demzufolge lange dauerte, bis alle massenhaft gebildeten Schwärmer austraten, das Sporangium entleert wurde. Vor der Mündung des sich entleerenden Sporangiums findet man also meist nur einen oder einige wenige, soeben ausgetretene Schwärmer.

Den 26. Juli desselben Jahres fand ich dann längere, 3—4 zellige Schläuche von *Lagenidium*-Habitus (Taf. 28 Fig. 1), ferner in derselben *Spirogyra* wenig gliedrige *Myzocytium proliferum*-Ketten (Taf. 28 Fig. 2), aus deren Gliedern, d. h. Sporangien, ebenfalls ganz ähnliche, ja nahezu die gleichen, stäbchenförmigen, kleinen Schwärmer hervorgingen (Taf. 28 Fig. 5). Hier fand sich aber an

der Insertionsstelle der Geißel oder in der Nähe derselben ein kleines stark lichtbrechendes Kügelchen (wohl Fetttröpfchen) von ca. 1 μ Durchmesser, wodurch diese Schwärmer den Chytridiaceenschwärmern ähnlicher erschienen. Auch diese Schwärmer zeigten Amöboidität und mehr seitliche Insertion der Geißel. Eigenartig ist die Bewegung dieser Schwärmer, welche in einem allmählich, progressiv beschleunigten Gleiten in gerader Linie besteht, wobei die Geißel gerade ausgestreckt, ganz passiv nachgezogen wird. Dann hält der Schwärmer ganz plötzlich einen Augenblick inne, um mit einer ebenso plötzlichen Zuckung (wohl durch einen Schlag mit der Geißel) die Richtung zu ändern. Die Bewegungsbahn ist also auch hier eine Zickzacklinie, wie bei den typischen Chytridiaceen, die Bewegung aber nicht das hüpfende Tanzen wie bei jenen. Das weitere Schicksal dieser Schwärmer — das festzustellen außerordentlich wichtig ist — ist leider unbekannt geblieben.

Diese eingeißeligen, stäbchenförmigen und chytridiaceenartigen Schwärmer weichen derart vom Typus der bekannten, unzweifelhaften Schwärmer von *Lagenidium* und *Myzocytium* ab, daß man fragen muß, gehören sie überhaupt in den Entwicklungskreis dieser Ancylistineen, wenn sie auch allem Anschein nach in den Sporangien dieser gebildet werden. Nun es sind hier folgende drei Möglichkeiten vorhanden; entweder handelt es sich hier um einen Organismus, dessen Vegetationskörper gestaltlich mit *Lagenidium* oder *Myzocytium* vollkommen übereinstimmt, oder es liegt hier ein bisher unbekannt gebliebener Fall von Heterosporie (bei *Lagenidium* und *Myzocytium*) vor; oder es handelt sich um einen Parasiten, dessen Keime in jugendliche, noch nicht in die Sporangien gegliederte Schläuche von *Lagenidium Rabenhorstii* und *Myzocytium proliferum* eindringen und deren Plasma in arteigenes umwandeln, ohne dabei auf die Morphe ihres Wirtes verändernd einzuwirken. Der erste Fall wäre noch denkbar, wenn die kleinen, stäbchenförmigen, eingeißeligen Schwärmer entweder nur in einem mit *Lagenidium* oder nur mit *Myzocytium* übereinstimmenden Körper gebildet werden würden, aber es ist ganz undenkbar, daß ein und derselbe Organismus bald in Form von *Lagenidium*, bald in derjenigen von *Myzocytium* erscheint. Man kann also demzufolge diese Annahme als unzulässig getrost beiseite lassen. Was die Heterosporie, d. h. das Vorkommen verschiedenartiger Schwärmer bei einem Organismus anbelangt, so sind solche Fälle bei Phycomyceten bekannt. In dieser Beziehung will ich zuerst, als einen noch am klarsten Fall, auf *Saprolegnia*

anisospora hinweisen, wo zweierlei Arten von Schwärmern vorkommen, welche aber nur ihrer Größe nach verschieden sind, sonst aber den gleichen Bau und die gleiche Begeißelung zeigen, was hier nicht der Fall ist. Dann wurden von THAXTER bei *Monoblepharis brachyandra* und *Monoblepharis polymorpha* zweierlei Sporangien und ein- und zweigeißelige Schwärmer beobachtet, welch letztere jedoch WORONIN als einem Parasiten angehörig ansieht. Heterosporie wird ferner auch für *Gonapodya polymorpha* angegeben (v. MINDEN 1915, p. 464, 468, 473, 474, 486), wo die verschiedenen Schwärmer nicht nur der Größe, sondern auch ihrer Beschaffenheit nach verschieden sind. Jedoch auch der überaus merkwürdige Fall von *Gonapodya* ist wie die Heterosporie bei den hier angeführten Formen in ihrem Wesen und in ihrer Bedeutung noch unaufgeklärt und (mit Ausnahme von *Saprolegnia anisospora*) nicht über alle Zweifel erhaben. Hier bei *Lagenidium* und *Myzocytium* sind diese kleinen Schwärmer durch ihre Größe, ihre Gestalt, ihren Bau und ihre ganz abweichende Begeißelung von den wohlbekannten Schwärmern dieser Ancylistineen derart grundverschieden, daß es sehr unwahrscheinlich ist, daß sie in den Entwicklungsgang derselben gehören. So hat also die letzte Möglichkeit, daß es sich hier um einen Parasiten handelt, die meiste Wahrscheinlichkeit für sich; es würde also ein ganz ähnlicher Fall vorliegen wie bei *Rozella*, die auch das Plasma der *Saprolegnia* in *Rozella*-Plasma umwandelt, ohne den *Saprolegnia*-Schlauch gestaltlich zu verändern. Es würde sich hier um einen Chytridiaceen-ähnlichen Parasiten handeln, der mit *Lagenidium* und *Myzocytium* eine Pseudomorphose eingeht und den ich in Anbetracht seiner endophytischen Lebensweise und der *Olpidium*-Ähnlichkeit des *Lagenidium*- oder *Myzocytium*-Sporangiums mit Fragezeichen als ein *Olpidium* anspreche und *Olpidium? pseudomorphum* nenne.

Bei Igló.

Anhangsweise möchte ich jetzt einer Beobachtung Erwähnung tun, die ich gleichzeitig mit dem Auffinden von *Olpidium? pseudomorphum* machte. In demselben Material fand sich in einer *Spirogyra*-Zelle ein zweigliedriger Thallus von *Lagenidium* (Taf. 28 Fig. 6) dessen beide Glieder sexuell differenziert waren und die Geschlechtsfunktion ausgeübt hatten. Die Befruchtung war hier ganz nach dem Typus von *Myzocytium* vor sich gegangen, was bei *Lagenidium Rabenhorstii* keine seltene Erscheinung ist, ja vielleicht häufiger vorkommt als Dioecie. Die eine Zelle hatte als Antheridium (♂) fungiert und in dem bauchig ausgeweiteten Teile der anderen lag

die fertig gebildete Oospore (oosp), in deren dicker Membran eine mittlere Schicht buckelig-wellige Faltung zeigte, so daß die Oospore nicht glatt, sondern etwas morgensternförmig erschien. Merkwürdigerweise war die männliche Zelle nicht inhaltsleer, sondern enthielt in ihrem Innern, der Wand anliegend, eine Anzahl kleiner, aus dichtem, glänzendem Plasma bestehender, sehr träge amöboid veränderlicher Körperchen ohne spitze Pseudopodien, die oft ein stark lichtbrechendes, rundes Fetttröpfchen in ihrem Plasma führten. In der Nähe dieses „Amöben“ führenden Antheridiums, im Lumen der *Spirogyra*-Zelle, fanden sich zwei, im optischen Längsschnitt spindelförmige, bikonvexe, aus weißem, dichtem Plasma bestehende Amöben von gleicher Größe ($4 = 2\ \mu$) mit ungleich gewölbten Flächen, welche an beiden spitzen Enden in ein feines, kurzes Pseudopodium ausgezogen waren. Diese zwei, diametral gegenüberliegende Pseudopodien entwickelnden, träge kriechenden Amöben (a) führten ebenfalls einen glänzenden Fetttropfen in ihrem weißglänzenden Plasma, in welchem außerdem einige winzige kontraktile Vakuolen (cv) zu beobachten waren. Die gleiche Erscheinungsweise und Größe dieser Amöben gewährt der Vermutung Raum, daß diese beiden Amöben und die im *Lagenidium*-Antheridium befindlichen amöboiden Körper, Dinge gleicher Natur sind. Diese „Amöben“ im Antheridium einer Ancylistinee rufen unwillkürlich die vielumstrittenen, befruchtenden Amöben im Antheridium von *Saprolegnia* ins Gedächtnis und drohen mit dem Auftauchen eines ähnlichen Streites, wie er um das Befruchtungsproblem der Saprolegniaceen ausbrach, wenn man auch hier in diesen amöboiden Körperchen befruchtende Elemente argwöhnen wollte. Doch angesichts der ziemlich genauen Kenntnis des Befruchtungsvorganges von *Lagenidium Rabenhorstii* und der bereits erfolgten Klarlegung der Befruchtung bei Saprolegniaceen ist die Spermatozoidennatur dieser merkwürdigen Körperchen im höchsten Grade zweifelhaft und es dürfte sich auch hier — wie bei *Saprolegnia* — um fremde Eindringlinge handeln. Das Vorhandensein von *Olpidium ? pseudomorphum* in den *Lagenidium*- und *Myzocytium*-Exemplaren dieses Materials erregt in mir den Verdacht, daß es sich hier in diesen „Amöben“ um in das Lumen der *Spirogyra*, ja in das Lumen leerer *Lagenidium*-Antheridien eingedrungene und zu „Amöben“ gewordene Schwärmer von *Olpidium ? pseudomorphum* handeln könne, dies um so mehr, da auch die Größe der beiden erwähnten Pseudopodien besitzenden Amöben, die ja ebenfalls aus dichtem, weißem, einen Fetttropfen führendem Plasma bestehen, mit jener unserer *Olpidium*?-Schwärmer ($4 = 2\ \mu$) übereinstimmt. So

spricht meine anhangsweise soeben mitgeteilte Beobachtung indirekt dafür, daß die kleinen Schwärmer von *Lagenidium* und *Myzocytium* einem pseudomorphen Parasiten angehören, dessen Eindringen in das Lumen von *Lagenidium*-Zellen möglicherweise hiermit bereits beobachtet wäre. Die Sache bedarf jedoch jedenfalls noch weiterer, eingehender Untersuchung und ist einer solchen auch wert.

Olpidiomorpha pseudosporae nov. gen. nov. spec.

(Taf. 28 Fig. 7—8.)

Zoosporangien intramatrikal, vom Habitus eines *Olpidium* im Innern der Zoocyste von *Pseudospora leptoderma* Scherff., mehr oder weniger kugelig, oder breit-oval, 8—14 μ im Durchmesser, sehr zartwandig und glatt, von dichtem, weiß- und mattglänzendem Plasma erfüllt, welches nur im zentralen Teil von stärker lichtbrechenden, dunkleren Körnchen gleichmäßig und fein granuliert erscheint (Taf. 28 Fig. 7b). Der einzige, dünne, nur ca. 3 μ dicke Entleerungshals wächst aus der Pseudosporacyste nicht immer auf dem kürzesten Wege bis zur Wand des *Vaucheria*-Schlauches, welche er mit einem nadelstichfeinen Loche durchbohrt, aus welchem er nur um ein Geringes über dessen Oberfläche hervorragt (Taf. 28 Fig. 7a). Er erreicht bisweilen ansehnliche Länge und ist mit dichtem, homogenem, hyalinem, körnchenfreiem Plasma erfüllt, demzufolge er weißglänzend erscheint und auffällig wird. Vor der Schwärmerbildung läßt sich manchmal ein undeutlicher Saftraum und eine Art Brown'scher Molekularbewegung an den im zentralen Teil befindlichen, dunkleren Körnchen wahrnehmen, gleichsam als würden diese durch sie hin und her schiebende Plasmaklümpchen in Bewegung versetzt oder durch schwingende Geißeln durcheinander gerührt werden. Bei der Ausbildung der Schwärmer, die dicht aneinander gedrängt das ganze Sporangium erfüllen und dem Inhalt desselben alsdann ein etwas flockiges Aussehen verleihen, fließen wohl die feinen Körnchen zu größeren zusammen, aber zur Ausbildung deutlicher, kugeliger Fetttropfen, wie sie für die Zoosporangien der Chytridiaceen charakteristisch sind, kommt es hier nicht. In der weißlichen, glasigen Plasmamasse sieht man bloß größere, stark lichtbrechende Brocken von unregelmäßigem Umriß eingesprengt und die Schwärmergrenzen treten wenig scharf, mehr andeutungsweise hervor.

Die Schwärmer treten einzeln, einer nach dem anderen, in dem engen Entleerungshals zu cylindrischen Körpern gepreßt, fertig aus, die Geißel nach sich ziehend. Sie schwimmen, ohne nennenswerte

Ruhepause vor der Mündung des Entleerungshalses, davon. Die Schwärmer (Taf. 28 Fig. 8) sind klein, 3—4 μ lang und 2 μ dick; sie bestehen aus dichtem, weißlichem, körnchenfreiem Plasma, sie sind oval, besitzen ein zugespitztes Hinterende und verschmälern sich gegen das mehr gerundete Vorderende. Seitlich, der Spitze des Hinterendes genähert, befindet sich an der der Geißelinsertion gegenüberliegenden Seite eine kleine Vakuole (ob kontraktil?). Im optischen Längsschnitt fallen zwei einander gegenüberliegende, parietale, stark lichtbrechende und glänzende, längliche Körperchen auf, die jedoch möglicherweise den optischen Durchschnitt eines im Vorderende liegenden, stark lichtbrechenden Körnchenkranzes darstellen. Die einzige, 4—5 mal körperlange, stets nachgeschleppte Geißel geht weder vom Vorder- noch vom Hinterende ab, sondern entspringt seitlich an der vorderen Körperhälfte. Der Schwärmer gleitet mit mäßiger, anfangs geringer, allmählich zunehmender Geschwindigkeit geradlinig vorwärts, wobei die Geißel ganz passiv nachgezogen, offenbar nur zur Steuerung benutzt wird. Dann bleibt er plötzlich stehen, es tritt eine momentane Pause ein; ein Schlag mit der Geißel und der Schwärmer schießt gleitend wieder geradlinig weiter und dies wiederholt sich fort und fort. Die Bewegungsbahn ist daher eine Zickzacklinie, jedoch die Bewegung infolge des ruhigen, accelerierten Dahingleitens keine hüpfend-tanzende, wie bei den meisten Chytridiaceenschwärmern. Das weitere Schicksal dieser Schwärmer ist mir nicht bekannt. Dauersporen habe ich nicht gesehen, wenn es nicht jene mit stacheliger Membran sind, die ich (1925 p. 62, Taf. 3 Fig. 140) zu *Pseudospora leptoderma* zog, wozu mir anscheinend mehr Berechtigung vorliegt.

In den Zoocysten von *Pseudospora leptoderma*, welche ihrerseits in den abgestorbenen Schläuchen einer *Vaucheria* lagen. Nicht häufig. Bei Igló, Mitte Juni 1911.

Zopf erwähnt in seiner Arbeit „Zur Kenntnis der Infektionskrankheiten niederer Tiere und Pflanzen“ (1888 p. 315), daß er in den Zoocysten einer in *Spirogyra* lebenden *Pseudospora* ein „*Olpidium*, das mit seinem langen Halse zuerst die Cystenhaut, dann die *Spirogyra*-Membran durchbohrt“, gesehen habe. Eine Abbildung dieser *Olpidium*-Art gab Zopf aus Raummangel nicht (l. c.) und wollte diese anderenorts mitteilen, was aber — meines Wissens — nicht geschah. Sollte er diesen meinen Parasiten beobachtet haben? — Gestaltlich und seiner intramatrikalen Lebensweise nach gleicht unser Organismus vollkommen einem *Olpidium*, jedoch der Bau der Schwärmer ist ein derart abweichender und eigenartiger, ihre Be-

geißelung, ihre Bewegungsart auch so eigen, daß er in diese Chytridiaceengattung nicht gestellt werden kann und es überhaupt fraglich ist, ob hier eine Chytridiacee vorliegt, obwohl er noch am ehesten in diese Organismengruppe paßt. Eingeißelige und lateral begeißelte Schwärmer hat nach der Angabe PETERSENS (1910 p. 549, Fig. XXIc oben) sein *Rhizoclosmatium globosum*, dann — abgesehen von dem soeben behandelten *Olpidium? pseudomorphum* — *Harpochytrium*, dessen Stellung bei den Chytridiaceen aber recht zweifelhaft ist.

Harpochytrium LAGERH.
(Taf. 28 Fig. 9—20.)

Nicht nur in bezug auf Habitus, sondern auch in manch anderer Hinsicht erweist sich die Gattung *Harpochytrium* als von den Chytridiaceen verschieden. Ihr erster Entdecker GOBI sah in ihr mehr einen den Flagellaten näher stehenden Organismus. LAGERHEIM erklärte sie alsdann für eine Chytridiacee, worin ihm dann die übrigen, mit Ausnahme WILLE's, folgten, welch letzterer in ihr eine farblos gewordene, sich saprophytisch ernährende Alge sieht (WILLE 1900 p. 371; 1903 p. 175). Tatsache ist es, daß *Harpochytrium*, im Gegensatz zu den meisten Chytridiaceen, auf die Algenzellen, denen es aufsitzt, keine erkennbare, schädigende Wirkung ausübt, demzufolge nicht für einen Parasiten erklärt werden kann. ATKINSON (1903 p. 485, Taf. X Fig. 7, 11, 12, 13, 16, 17) wies für *Harpochytrium Hedinii* [1]) nach, daß das winzige, scheibenförmige Haustorium innerhalb der Wirtszellmembran liegt und mit dem Plasmaleib der Zelle in keine direkte Berührung kommt, was aber eine Nahrungsaufnahme auf osmotischem Wege, durch die innere Membranschicht hindurch, keineswegs ausschließt. Nach DANGEARD (1903 p. 61 Tab. II) findet eine Durchbohrung der Membran statt und das kleine, scheibenförmige Haustorium befindet sich im Innern der Wirtszelle, der inneren Fläche ihrer Wand anliegend. Ich beobachtete, daß junge Keimlinge von *Harpochytrium Hedinii* auf *Spirogyra* — wenigstens in manchen Fällen — mit ihrem basalen Fortsatz die ganze Membran der *Spirogyra* durchsetzen, und daß dann an der Eindringestelle die *Spirogyra*-Zelle eine hügelförmige Wandverdickung (einen „Schutz-

[1]) Wohl infolge eines übersehenen Druckfehlers heißt es hier: *Harpochytrium Hedenii* statt *Hedinii*. Da WILLE die Art dem berühmten Forschungsreisenden SVEN HEDIN zu Ehren nach ihm benannte, so ist letzteres allein richtig. Merkwürdigerweise ging dieser Druckfehler bereits in die spätere Literatur über (SACCARDO 1905 p. 512; v. MINDEN 1915 p. 360).

höcker") ausbildet (Taf. 28 Fig. 12), um so eine direkte Berührung mit dem Plasmaleib zu verhüten, die in der Tat nie stattfindet. Wiewohl Atkinson (1903 p. 487, Tab. X Fig. 13, 14) es beobachtet hat, daß ein Individuum von *Harpochytrium Hedinii*, welches sich auf einem anderen angesiedelt hatte, auf jenes einen deletären Einfluß ausübte und sich ihm gegenüber als ein Parasit erwies, so scheint es doch, daß die algenbewohnenden Individuen nur saprophytisch aus der allernächsten Umgebung ihre Nahrung beziehen. Damit dürfte auch die so eigentümliche Wachstumsart im kausalen Zusammenhange stehen, die merkwürdige Erscheinung, daß der Vegetationskörper oft sozusagen auf der Oberfläche des Substrates hinkriecht (*H. adpressum* nov. spec.) oder dieses umwindet (*H. Hedinii*). Taf. 28 Fig. 11. Bei dem Zustandekommen dieser Wachstumsart dürfte Thigmotaxis und Chemotaxis in gleicher Weise beteiligt sein. Ich glaube nicht, daß es die Gallerthülle der Alge (*Hyalotheca, Sphaerozosma, Cosmocladium, Dictyosphaerium, Spirogyra, Zygnema*) als solche ist, welche direkt als Nahrungsquelle benutzt wird, sondern daß hier die Stoffwechselausscheidungsprodukte der Wirtszelle, sowie die der Wirtszelle selbst als Nahrung zugeführten Stoffe es sind, welche als Nährstoffe hauptsächlich in Betracht kommen, und zudem ist auch Nahrungsaufnahme aus der Wirtszelle selbst, auf osmotischem Wege nicht ausgeschlossen. Unter solchen Umständen ist es jedenfalls von großem Vorteil, wenn sich der aufnehmende Organismus möglichst enge seinem lebenden Substrat anschmiegt, an dessen Oberfläche die Konzentration dieser Stoffe d. h. deren Lösung unbedingt am größten ist.

Auch der Inhalt des schlauchförmigen Vegetationskörpers, besonders die Häufigkeit der Vakuolen (die wie die Luftblasen in einer Jamin'schen Kette in eine Reihe geordnet erscheinen) ist nicht chytridiaceenartig. Ebensowenig sind es die nach Gobi und Dangeard keulen-, nierenförmigen Schwärmer, denen der charakteristische Fetttropfen der Chytridiaceenschwärmer abgeht, und die einzige (beobachtete) Geißel — über deren Insertion Atkinson (1903 p. 489) leider nicht ins klare kommen konnte — entspringt nach Dangeard (1903 Tab. II Fig. 1 f, g) lateral.

Bei der Zoosporenbildung sondert sich ein unterer, steril bleibender Teil, durch eine nach oben konvexe, zarte Querwand von dem oberen, dessen Inhalt in Schwärmer zerfällt. Nach der Entleerung dieser wächst die untere Zelle innerhalb des früheren Sporangiums abermals zu einem Sporangium aus (Taf. 28 Fig. 10, 14, 18). Dieses Durchwachsenwerden der Zoosporangien wie bei *Saprolegnia*, in

welcher Erscheinung man eine Brücke gefunden zu haben glaubte, welche von den Chytridiaceen zu den zweigeißeligen und diplanetischen Saprolegniaceen hinüberführt, findet sich wohl auch bei einer Chytridiacee, bei *Cladochytrium* (*Nowakowskiella*) *elegans.* Zur Statuierung verwandtschaftlicher Beziehungen ist aber diese eigentümliche und sehr bemerkenswerte Erscheinung nur mit Vorsicht zu gebrauchen, denn man findet sie auch bei Algen, die verwandtschaftlich mit *Harpochytrium* ganz sicher nichts zu tun haben, — ich meine — bei zahlreichen Phaeophyceen. Angesichts derartiger Abweichungen von den typischen Chytridiaceen ist es wohl am Platze der Ansicht Wille's (1903) näher zu treten, um so mehr als neuestens auch Pascher (1925 p. 16) in *Harpochytrium* eine apochromatische Heterokonte vermutet. Erfreulicherweise bin ich in der Lage durch eine von mir vor Jahren entdeckte, chromatophorführende Art, das nachstehend zu schildernde *Harpochytrium viride* nov. spec., für die Richtigkeit der Vermutung meines hochverehrten Freundes sozusagen den Beweis zu erbringen.

Harpochytrium viride nov. spec.

(Taf. 28 Fig. 19, 20.)

Zellen epiphytisch, schlauchförmig, nach der Spitze zu keulenförmig verdickt, basalwärts allmählich verjüngt, sichelförmig gekrümmt und mit dem verschmälerten, halbkugelig gerundeten Ende direkt dem Substrat (den *Microspora*-Faden) hackenartig aufsitzend. Ein parietaler, plattenförmiger Chromatophor, ohne Pyrenoid und anscheinend ohne Stärkeeinschlüsse, färbt die zwei oberen Drittel der Zelle gelblich grün, während das untere von ihm frei, farblos erscheint. An der Basis wird das Lumen der Zelle von weißglänzender Wandsubstanz, deren obere Fläche konkav ausgehöhlt erscheint, ausgefüllt (basaler Membranpfropfen, jedoch kein Stiel). Vermehrung wahrscheinlich durch Schwärmer, welche in der oberen Hälfte der Zelle entstehen und durch ein Loch, welches vielleicht durch Vergallertung der Membran an der Spitze entsteht, austreten. Öffnung scharfrandig begrenzt, von der Weite des Schlauches. Der fertile obere Teil wird durch eine Querwand, von dem unteren sterilen, jedoch auch chromatophorführenden abgesondert, welch letzterer nach erfolgter Entleerung des Zoosporangiums offenbar in den leeren Teil hineinwächst, um wahrscheinlich abermals ein Sporangium zu bilden. Die höchst wahrscheinlich vorhandenen Schwärmer, deren Beschaffenheit es erst endgültig entscheiden wird, ob hier tatsächlich ein *Harpochytrium* vorliegt, habe ich leider nicht gesehen.

Auf *Microspora* in einem zeitweise austrocknenden Tümpel des leider entwässerten Moores östlich vom Csorbaer-See in der Hohen Tátra. Juli 1911.

Wie man sieht, stellt *Harpochytrium viride*, bis auf unwesentliche, gestaltliche Abweichungen und dem Mangel eines in die Wirtszellwand eindringenden, scheibenförmigen Haustoriums sozusagen die grün gefärbte Ausgabe von *Harpochytrium Hedinii* dar (vgl. Taf. 28 Fig. 19, 20 mit Fig. 11). Nicht nur die Wachstumsart ist bei beiden die gleiche, sondern auch das Durchwachsen der entleerten Sporangien findet sich hier wieder. Angesichts derartiger Übereinstimmung kann an der nahen Verwandtschaft dieser beiden Formen kaum ein Zweifel bestehen und man muß auch ohne Kenntnis ihrer Schwärmer die grüne Form als ein *Harpochytrium* betrachten. Für eine *Characiopsis* kann sie nicht angesehen werden, da bis jetzt bei keiner *Characiopsis* das Durchwachsen des entleerten Sporangiums beobachtet wurde. Aus demselben Grunde kommen auch *Ophiocytium* und *Characium*, jene beiden Algengattungen, in denen Wille (1903 p. 175) die nächsten Verwandten erblickte, nicht in Betracht. Ersteres Genus umfaßt zudem vorwiegend frei lebende Formen; aber es darf nicht unerwähnt bleiben, daß uns hier jene sichelförmige Krümmung des Vegetationskörpers und dessen Wachstum in einer Spirale begegnet, welche wir bei *Harpochytrium Hedinii* antreffen (siehe Atkinson 1903, Taf. X Fig. 10). *Characium* hingegen — in der heutigen Umgrenzung — muß, als eine pyrenoidführende und Stärke bildende Chlorophycee, ganz außer acht gelassen werden.

Als in die Gattung *Harpochytrium* gehörig erscheinen nun derzeit folgende fünf Formen:

1. ***Harpochytrium Hedinii*** Wille (= ***Rhabdium acutum*** Dang.) (Taf. 28 Fig. 11, 12.)

Zelle typischerweise säbel- oder sichelförmig bis halbkreisförmig gekrümmt, oft dem Substrat mehr oder weniger aufliegend, bisweilen dasselbe umwindend. Am basalen Ende mit einem feinen, kurzen, stielförmigen Fortsatz, welcher oft auch höher an der Seitenfläche inseriert erscheint und in die Membran der Wirtszelle eindringt. Das entleerte Sporangium wird von dem unteren, steril bleibenden Teil durchwachsen. Die Membran färbt sich mit Congorot, Cellulose?

Meist auf *Spirogyra*, dann auch auf *Zygnema*, *Oedogonium*, bisweilen auch auf Exemplaren der eigenen Art. Auch auf dieser

Art findet sich das von ATKINSON an *Harpochytrium hyalothecae* aufgefundene, von v. MINDEN ebenfalls beobachtete, sein lebendes Substrat schädigende, mithin parasitische, fädige *Bacterium*, welches ich bei Igló 1913 sah.

2. *Harpochytrium hyalothecae* LAGERHEIM.

(Taf. 28 Fig. 9, 10.)

Zellkörper an der Spitze eines langen, feinen, in der Gallerte der Unterlage befindlichen „Stieles", etwas oberhalb seiner Basis mit einer scharfen, beinahe rechtwinkeligen Krümmung, demnach echt sichelförmig. Der obere Teil der Sichel befindet sich außerhalb der Gallerte und liegt deren Oberfläche auf. Durchwachsung der entleerten Sporangien.

Ich fand es auf *Hyalotheca dissiliens* in den Moorsümpfen bei der Villa Lersch ober Rox in der Hohen Tátra, in einer von meinem Freunde Herrn Prof. Dr. GYÖRFFY gesammelten Probe 1910 (siehe SCHERFFEL 1914 p. 16).

Ferner fand man es auch auf *Sphaerozosma vertebratum*, *Cosmocladium*, *Dictyosphaerium* (ATKINSON).

Als grüne Parallelform dieser Art könnte man vielleicht (der Körperform nach) *Characiopsis horizontalis* (A. BR.) LEMM. betrachten, wenn hier Durchwachsung des Sporangiums vorkäme.

3. *Harpochytrium intermedium* ATKINSON.

(Taf. 28 Fig. 13—16.)

Zelle typischerweise gerade, lang zugespitzt, an der Basis mit scharf abgesetztem, kurzem, schmalem Stielchen. Schlauch vom Substrat senkrecht oder schief abstehend, oft nur 2 μ dick, bis 104 μ lang. Durchwachsung der entleerten Sporangien.

Auf *Microspora* spec. an dem gleichen Standort, wo *Harpochytrium viride*. Juli 1911. In Nordamerika auf *Conferva utriculosa* (ATKINSON); in Europa bereits von v. MINDEN beobachtet (1915 p. 362).

4. *Harpochytrium adpressum* nov. spec.

(Taf. 28 Fig. 17, 18.)

Zelle beinahe gerade oder nur schwach bogig (säbelförmig) gekrümmt, ihrer ganzen Länge nach der Substratoberfläche aufliegend, sozusagen auf dieser kriechend. Die Zelle läßt mehr oder weniger deutlich zwei Abschnitte erkennen; der basale ist lang-stielförmig, cylindrisch, etwas buckelig umgrenzt, von dem übrigen Teil in der

Dicke wenig verschieden; der obere ist in seiner Mitte schwach-spindelförmig angeschwollen, also lanzettförmig, in eine kurze, scharf-kegel(aal-)förmige Spitze auslaufend. Die Anheftungsstelle an das Substrat ist gerundet, stumpf, ein kurzer, stielförmiger Fortsatz ist nicht vorhanden. Die farblose, glatte Membran ist sehr zart. Im Inhalt sind stark glänzende und lichtbrechende Körnchen (Fett?) in großer Zahl vorhanden und bisweilen deutliche, runde Vakuolen, die aber nicht die ganze Schlauchbreite einnehmen. Die Schwärmer habe ich nicht gesehen. Durchwachsung des entleerten Sporangiums von Seite des unteren, sterilen, durch eine Querwand abgegrenzten Teiles kommt aber auch hier vor. Zelle meist 44 μ lang, 4 μ dick.

Auf *Spirogyra jugalis* bei Iglò. Ende Juni 1911. Durch das Fehlen eines rhizoidartigen Stielchens an der Basis, durch die abweichende Gestalt und den mehr gleichmäßig körnigen Zellinhalt ist diese Art von den vorigen deutlich verschieden und da die Zellen in ihrer ganzen Länge dem *Spirogyra*-Faden aufliegen, so ist dieser farblose Organismus auf dem grünen Grunde schwer wahrzunehmen, leicht zu übersehen. Eine schädigende Wirkung übt er auf sein lebendes Substrat augenscheinlich nicht aus.

5. ***Harpochytrium viride*** **nov. spec.** (siehe p. 519).

Überblickt man die Reihe dieser Arten, so zeigt es sich, daß eine kleine Gruppe wohlcharakterisierter, in ihren Wesen übereinstimmender Organismen vorliegt und daß die Anschauung, daß es farblos gewordene, apochromatische Algen sind, jedenfalls das Richtige traf und daß diese Algen die meiste Ähnlichkeit mit den Heterokontengattungen *Characiopsis* und *Ophiocytium* aufweisen. Aus dem Voranstehenden sieht man ferner, daß unsere Kenntnis über die Bildungsweise und die Beschaffenheit der *Harpochytrium*-Schwärmer eine äußerst mangelhafte ist und dieser Punkt einer eingehenden, genauen Untersuchung dringend bedarf, deren Ergebnis berufen ist die systematische Stellung von *Harpochytrium* vollends zu klären.

Spirospora paradoxa nov. gen. nov. spec.

(Taf. 28 Fig. 21—24.)

Wiewohl meine Kenntnisse über diesen Organismus äußerst mangelhafte sind, so möchte ich dieselben dennoch mitteilen, um die Aufmerksamkeit auf denselben zu lenken und um zu weiteren Untersuchungen desselben Anregung zu geben.

Aus den Cysten einer *Vampyrella* findet man eine kurzgestielte oder auch stiellose, birnförmige Blase hinausgewachsen,

welche demnach aus einem unteren trichterförmigen und einem oberen weiten, kugelig gerundeten Teil besteht. Im oberen Teil dieser Blase, in deren oberen Hemisphäre findet sich ein himmbeerartiger Haufen von rundlichen, eiförmigen oder auch mehr oder weniger unregelmäßigen (amöboiden?), farblosen, aus gleichmäßig granuliertem Plasma bestehender Portionen, welcher die basale Hälfte der Blase frei läßt (Taf. 28 Fig. 21). Diese nackten Plasmaportionen von 6—8 oder 8 = 4 μ Durchmesser erscheinen alsbald zahlreicher und von geringerer Größe; auch geht ihre rundliche Form mehr und mehr in die oblong-eiförmige über (Taf. 28 Fig. 23_1). In dem spitzen Teil dieser eiförmig gestreckten Portionen ist eine kontraktile Vakuole (cv) deutlich erkennbar und in der Mitte ein runder vakuolenähnlicher Fleck, welcher der Zellkern sein dürfte (n?). Diese eiförmig gestreckten 8 μ langen und 3—4 μ dicken Portionen teilen sich ganz deutlich und rasch in der Mitte in zwei gleichgroße kubisch-rundliche Portionen von 4 μ Durchmesser (Taf. 28 Fig. 23_2). Durch diesen letzten Teilungsschritt ist nun die Zahl der Portionen verdoppelt und eine sehr beträchtliche geworden. Diese Portionen sind es, welche sich zu den Schwärmern ausbilden. Auf diesem Stadium sieht man bereits als kurze Fadenstummel die Geißeln hervorwachsen und mit deren Auftreten geraten diese Teile vorerst in eine ganz schwache, wankend-wiegende Bewegung. Mit dem Fortschreiten der Schwärmerausbildung nimmt diese Bewegung an Intensität immer mehr zu und man sieht deutlich die Geißeln sich schlängelnd, schlagen. Doch dauert es lange, mehr als eine Stunde (unter Deckglas), bis die Schwärmer ihre definitive Formausgestaltung erlangt haben. Die ausgebildeten Schwärmer sind oblong-gestreckt, ca. 5 μ lang und 3 μ breit, an beiden Enden etwas schief abgestutzt-gerundet und erscheinen durch eine beiderseitige Einbuchtung in der Mitte biskuitförmig, zudem sind sie in ihrer Längsachse spangenförmig zusammengebogen (im Querschnitt und von der Seite gesehen auch im Längsschnitt nierenförmig) und dabei schraubig tordiert. Sie bestehen aus dichtem, weißglänzendem Plasma, das nur einige wenige, winzige Körnchen führt. Es sind zwei Geißeln vorhanden, welche an der konkaven Fläche, in der Mitte des Körpers entspringen. Eine umschlingt transversal, sozusagen in der Querfurche, gleich der Querfurchengeißel der Peridineen den Körper, so daß sie an den eingebuchteten Seiten des Körpers in Form zweier, schlängelnder Geißelstummel erscheint, während die andere, von etwas mehr als Körperlänge, bogenförmig gekrümmt, dem Körper anliegend, nach rückwärts gerichtet ist und wohl als Schleppgeißel

fungiert (Taf. 28 Fig. 23_3). Hinter der Einbuchtung erscheint im sehr körnchenarmen Plasma bisweilen ein runder, vakuolenartiger Fleck (kontraktile Vakuole?). Vor dem Ausschwärmen befinden sich die Schwärmer in der sporangialen Blase in einer immer wilder und ungestümer werdenden Bewegung, bis endlich der obere Teil des extramatrikalen Sporangiums vollständig verquollen ist und nun der ganze Schwärmerhaufen, der sich nicht nur im oberen Teil, sondern im ganzen Raume des birnförmigen Sporangiums bewegt, auseinander stiebt.

Man sieht also, daß die Schwärmer, insbesondere in bezug auf die Begeißelung, einige Ähnlichkeit mit den Peridineen besitzen. Wie die Begeißelung peridineenartig ist, so ist es auch die Bewegung; sie schwimmen in spiraliger Bahn taumelnd dahin, oft die Richtung ändernd, entfernen sich aber nicht weit vom Orte ihrer Geburt. Wie ihr Bau nicht chytridiaceenartig ist, so ist auch die Bewegung nicht chytridiaceenartig, nicht hüpfend. Ihr weiteres Schicksal ist unbekannt.

Die untere Hälfte des besonders in diesem Teile scharf konturierten, extramatrikalen Sporangiums verquillt bei dessen Öffnung nicht, sondern bleibt in Form eines weiten Trichters, der Wirtszelle aufsitzend, auch weiterhin erhalten (Taf. 28 Fig. 24).

In der *Vampyrella*-Cyste sind nur die leuchtend rotbraunen Ingestareste der *Vampyrella*, sowie körnige, brockenförmige Ausscheidungen des *Vampyrella*-Farbstoffes, aber kein Plasmaleib zu erkennen (Taf. 28 Fig. 21). Der Inhalt der *Vampyrella*-Cyste erscheint völlig desorganisiert, bis auf die unbrauchbaren Reste aufgezehrt, das schwärmerbildende Plasma des Parasiten hingegen ist absolut frei von Farbstoff. Im Lumen der *Vampyrella*-Cyste läßt sich ohne weiteres zumeist kein intramatrikaler Teil des Parasiten erkennen. Nach Zusatz von alter, jedenfalls Jodsäure enthaltender Jodjodkaliumlösung färbt sich der extramatrikale Stiel des Sporangiums, der im Innern der *Vampyrella*-Cyste als ein spindelförmiger, etwas kollabierter (gefalteter), einfacher Fortsatz mit dicker, wie aufgequollen aussehender Wand erscheint, intensiv dunkelblau (Isolichenin?). Die Farbe der Reste im *Vampyrella*-Cystenlumen schlägt bei Einwirkung des Reagens sofort in ein schmutziges Grün um. Die übrige Wand des extramatrikalen Sporangiums bleibt farblos, während die Schwärmerportionen in seinem Innern die gelbbraune Plasmafärbung zeigen (Taf. 28 Fig. 22).

Wie der Parasit vor dem Stadium der Schwärmerbildung aussieht, kann ich nicht sagen. Die Eigenartigkeiten dieses Organismus,

der jedenfalls neu sein dürfte, sind derartige, daß sich aus dem bisher Beobachteten über seine systematische Stellung nichts Sicheres angeben läßt. Es ist nicht einmal sicher, ob er durchaus nur osmotisch Nahrung aufnimmt, also ein Pilz ist, oder ob nicht anfangs ein nackter Zustand vorhanden ist, in welchem er sich animalisch ernährt, vor der Fruktifikation die unverdaulichen Nahrungsreste innerhalb der Wirtszelle ausstößt und erst dann sich mit einer Membran umgibt, also eine Monadine repräsentiert. Bei diesem Parasiten auf *Vampyrella* ist das erstere das Wahrscheinlichere. Den 18. Juli 1909 fand ich aber bei Igló in einem organischen Substrat nicht feststellbarer Natur, welches vielleicht eine kleine *Nostoc*-Kugel gewesen sein könnte, einen *Aphelidium*-artigen Organismus (Taf. 28 Fig. 25) in Schwärmerbildung, dessen Schwärmer jenen Bau zeigten, wie diejenigen des voranstehend behandelten *Vampyrella*-Parasiten (Taf. 28 Fig. 23 b), und es erscheint daher möglich, daß wir es hier mit einem nächstverwandten Organismus zu tun haben, der sich als Monadine zeigte.

Die *Vampyrella*-Cysten, auf welchen sich die *Spirospora* fand, glichen morphologisch jenen der *Vampyrella spirogyrae* Cienk., deren glatte, doppeltkonturierte Cystenwand von einer zarten, stechapfelartigen, farblosen Hülle umgeben erschien, wie dies für diese *Vampyrella*-Art charakteristisch ist; aber diese Cysten fanden sich hier zwischen *Vaucheria* und deren — insbesondere abgestorbenen — Fäden ansitzend, während *Spirogyra* — allem Anschein nach — nicht vorhanden war. Bei Igló im Mai 1913.

Gödöllő, Weihnachten 1925.

Literaturverzeichnis.

Atkinson, Geo F. (1903): The genus Harpochytrium in the United States. Annales mycologici Vol. 1.

Dangeard, P. A. (1903): Une nouveau genre de Chytridiacées, le Rhabdium acutum. Ibid. Vol. 1.

Minden, M. v. (1915): Kryptogamenflora der Mark Brandenburg. Bd. 5. Chytridineae, Ancylistineae, Saprolegnineae. Berlin.

Pascher, A. (1925): Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. Heft 11. Heterokontae. Jena.

Petersen, H. E. (1910): An account of Danish Freshwater Phycomycetes with biological and systematical remarks. Annales mycologici Vol. 8.

Saccardo, P. A. (1905): Sylloge Fungorum. Vol. 17. Supplementum universale. Pars 6.

Scherffel, A. (1914): Kisebb közlemények a kryptogamok köréből. Kryptogamische Miscellen. Botanikai Közlemények. XIII. Évfolyam.

— (1925): Endophytische Phycomyceten-Parasiten der Bacillariaceen und einige neue Monadinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 52.

Wille, N. (1900): Algen aus dem nördlichen Tibet. von Dr. Sven Hedin im Jahre 1896 gesammelt. Dr. A. Petermann's Mitteilungen. Herausg. v. Supan. Ergänzungsheft Nr. 131.

— (1903): Algologische Notizen. XIV. Über Cerasterias nivalis Bohlin. Nyt Magazin f. Naturvidenskaberne Bd. 41.

Zopf, W. (1888): Zur Kenntnis der Infektionskrankheiten niederer Tiere und Pflanzen. Nova Acta der kaiserl. Leop. Carol. deutsch. Akad. d. Naturf. Bd. 52.

Tafelerklärung.

Tafel 28.

Fig. 1—5. *Olpidium (?) pseudomorphum* nov. spec.

Fig. 1. Entleerte Zoosporangien von *Lagenidium Rabenhorstii* Zopf aus *Spirogyra*, welche von diesem *Olpidium ?* infiziert waren. Vergr. 500.

Fig. 2. Zwei Zoosporangien von *Myzocytium proliferum* in *Spirogyra*. Das obere entleert, das untere von den kleinen Schwärmern des *Olpidium ?* erfüllt. Vergr. 500.

Fig. 3. Der schlauchförmige Vegetationskörper von *Myzocytium* innerhalb des Plasmaschlauches der *Spirogyra*-Zelle durch Einschnürung und nicht durch Querwandbildung in drei Glieder zerfallen. *Spirogyra*-Chlorophyllband gebräunt. In den *Myzocytium*-Zellen die matt- und weißlich-glänzenden größeren unregelmäßigen Schollen und Platten und zwischen denselben die stark lichtbrechenden kleinen Fetttröpfchen, wie dies für das *Ancylistineen*-Plasma charakteristisch ist, sehr deutlich sichtbar. Allem Anschein nach gesunde, nicht infizierte, zu Zoosporangien werdende *Myzocytium*-Zellen. Vergr. 500.

Fig. 4. Schwärmer aus *Lagenidium*-Sporangien. Bei x ist die Geißel mehr seitlich inseriert. Vergr. 500.

Fig. 5. Schwärmer aus *Myzocytium*-Sporangien. Ein stark lichtbrechendes Fetttröpfchen im Hinterende, in der Nähe der mehr seitlich inserierten Geißel.

Fig. 6. Zweizelliges, geschlechtlich differenziertes Pflänzchen von *Lagenidium* in *Spirogyra* aus dem von *Olpidium ? pseudomorphum* infizierten Material. In der weiblichen Zelle liegt die Oospore (oosp), in der männlichen Zelle (♂) eine Anzahl träge-amöboid beweglicher Körper von stumpf-lappigem Umriß mit einem stark lichtbrechenden Fetttropfen im Innern. Bei a zwei träge bewegliche Amöben mit zwei kurzen, spitzen, gegenüberliegenden Pseudopodien und einem Fetttropfen im Plasmaleib. cv = kontraktile Vakuolen. Vergr. 1000.

Fig. 7—8. *Olpidiomorpha pseudosporae* nov. gen. nov. spec.

Fig. 7a, b. Zoosporangien in der Cyste von *Pseudospora leptoderma* im Lumen eines abgestorbenen *Vaucheria*-Schlauches. a) Entleertes Sporangium; neben ihm der schmutzig olivgrüne Nahrungsrestkörper der *Pseudospora*. b) Zoosporangium mit Inhalt; Entleerungshals sehr lang. Vergr. von a 500, von b 750.

Fig. 8. Schwärmer. a) Seitenansicht; v = Vakuole. b) Ansicht schräg auf das Vorderende. c) wie a von der Seite. a und b sehr stark, c ca. 1000fach vergrößert.

Fig. 9—10. *Harpochytrium hyalothecae* LAGERH.

Fig. 9. Zoosporangium auf *Hyalotheca dissiliens*, der Oberfläche der Gallerthülle aufliegend. Vergr. 500.

Fig. 10. Entleertes Zoosporangium mit dem unteren, inhaltführenden Teil, welcher den oberen, leeren durchwächst. Vergr. 500.

Fig. 11—12. *Harpochytrium Hedinii* WILLE.

Fig. 11. Sichelförmig gekrümmte Zoosporangien auf *Spirogyra*, diese zum Teil den Faden der Alge umwindend. Vergr. 372.

Fig. 12. Keimling, dessen Fuß die *Spirogyra*-Membran durchbohrt hatte; unter demselben ein Schutzhöcker (hügelförmige Verdickung der *Spirogyra*-Membran). Vergr. 500.

Fig. 13—16. *Harpochytrium intermedium* ATKINSON.

Fig. 13. Ein sehr schlankes, 104 μ langes und 2 μ dickes und ein kleineres Individuum. Vergr. 500.

Fig. 14. Ein entleertes Zoosporangium mit dem unteren, dasselbe durchwachsenden, inhaltführenden Teil. Vergr. 500.

Fig. 15. Drei junge Individuen mit den Vakuolen und den stark lichtbrechenden Körnchen (Fetttröpfchen?). Vergr. 1000.

Fig. 16. Keimling auf *Microspora*. Vergr. 1000.

Fig. 17—18. *Harpochytrium adpressum* nov. spec.

Fig. 17. Drei Individuen in natürlicher, liegender Stellung, den unteren cylindrischen und den oberen lanzettlichen Teil zeigend. v = Vakuolen. Vergr. 500

Fig. 18. Entleertes Sporangium, den restierenden, inhaltführenden Teil zeigend, welcher nachher in den entleerten hineinwächst. Vergr. 500.

Fig. 19—20. *Harpochytrium viride* nov. spec.

Fig. 19a, b. Zwei sichelförmig gekrümmte Individuen auf lebenden Fäden von *Microspora*. Vergr. von a 1000, von b 500.

Fig. 20a, b. Entleerte Zoosporangien. a) Der untere, inhaltführende Teil beinahe bis zur Mündung des entleerten hinaufgewachsen. Vergr. 500. b) Inhaltführender Teil noch nicht hinaufgewachsen, vor dem Durchwachsen des Sporangiums. Vergr. 1000.

Fig. 21—25. *Spirospora paradoxa* nov. gen. nov. spec.

Fig. 21. Zoosporangium auf der Zoocyste von *Vampyrella spirogyrae* mit in die Schwärmeranlagen zerfallenem Inhalt. Vergr. 1000.

Fig. 22. Ein solches Sporangium, nachdem die Schwärmeranlagen sich in die Schwärmer geteilt hatten und diese sich bereits lebhaft bewegten, mit Jodjodkalium behandelt. Die gelbbraun gefärbten Schwärmer kontrahiert und deformiert. Intramatrikal ein keulenförmiger Wurzelteil sichtbar, dessen gequollen erscheinende Wand Blaufärbung zeigt. Vergr. 500.



Fig. 23a, b. Entzweiteilung der Schwärmeranlagen, Ausbildung des Schwärmers. a_1) Schwärmeranlage mit kontraktiler Vakuole (cv) und Zellkern ? (n). a_2) Anlage in zwei Teile, in die Schwärmer zerteilt; in jedem die kontraktile Vakuole sichtbar. a_3) Schwärmer etwas gestreckt und biskuitförmig eingeschnürt, die kontraktile Vakuole und zwei Geißeln sichtbar. Vergr. 1000. b) Ausgebildeter, spiralig tordierter Schwärmer mit den Geißeln, dem *Nostoc*?-Parasiten entstammend. Siehe Fig. 25.

Fig. 24. Übriggebliebener, unterer Teil des Sporangiums nach dem Ausschwärmen der Schwärmer. Vergr. 500.

Fig. 25. *Nostoc*?-Kugel; im Innern der Schwärmerhaufen des *Aphelidium*-artigen Parasiten und die rotbraunen, zurückbleibenden Nahrungsresidua.

Besprechungen.

Ruge, R., Mühlens, P. u. zur Verth, M.: Krankheiten und Hygiene der warmen Länder. 491 S., 9 farb. Taf. und 448 Textabb. W. Klinkhardt, Leipzig 1925.

Der Leitfaden der Tropenkrankheiten und Tropenhygiene von RUGE und ZUR VERTH erscheint in 2. Auflage unter verändertem Titel und in wesentlich erweiterter Gestalt, womit den großen Fortschritten der Tropenmedizin, die insbesondere der Weltkrieg auf verschiedenen Gebieten, wie dem der Malaria, der Spirochätosen und der Darmprotozoen gebracht hat, Rechnung getragen ist. Zu den Verfassern ist MÜHLENS hinzugetreten, der außer einigen kleineren Abschnitten die Spirochätosen und mit RUGE zusammen die Malaria bearbeitet hat. Seine Mitarbeit macht sich aber auch in fast allen anderen Abschnitten bemerkbar durch die reiche Zahl von Photographien, die er zu den Abbildungen des Buches beigesteuert hat, deren Anzahl auf mehr als das Doppelte vermehrt worden ist.

Auf ein allgemeines Kapitel über Tropenhygiene folgt zunächst ein Abschnitt über Blut und Blutuntersuchung, dann werden nacheinander behandelt die durch Protozoen und die durch Spirochäten hervorgerufenen Infektionskrankheiten, Krankheiten mit unsicherer oder unbekannter Ätiologie (Denguefieber, Pappatacifieber, Fleckfieber, Rocky Mountain Spotted Fever, Fünftagefieber, Verruga Peruviana, Kedani, Alastrim), auf Nährschädigungen zurückgeführte, durch Bakterien verursachte, von Würmern und Arthropoden hervorgerufene Krankheiten; ferner tropische Hautkrankheiten, Vergiftungen durch tierische und pflanzliche Gifte und kosmopolitische Krankheiten in den Tropen.

Von den Protozoenkrankheiten ist natürlich die Malaria mit gebührender Ausführlichkeit behandelt; in einem Anhang werden auch die Malariaparasiten der Affen kurz besprochen. Der Abschnitt über Schlafkrankheit (12 Seiten) ist wohl etwas kurz ausgefallen. Z. B. wird das *Trypanosoma rhodesiense*, das doch, gleichgültig, ob man es als besondere Art anerkennen will oder nicht, epidemiologische und klinische Besonderheiten zeigt, nur in einer kurzen Fußnote erwähnt. Dagegen hat der Abschnitt über Amöbenruhr entsprechend dem heutigen Stande unserer Kenntnisse eine völlige Umarbeitung erfahren. Neben der Ruhramöbe

werden auch die verschiedenen harmlosen Darmamöben des Menschen beschrieben und abgebildet. In einer Tabelle werden ihre Unterscheidungsmerkmale übersichtlich zusammengestellt. Anschließend werden die übrigen Darmprotozoen, soweit sie als Krankheitserreger bekannt oder verdächtig sind (Balantidium, die häufigeren Flagellatenarten, die Coccidien) besprochen. Von den Erkrankungen, welche die Ruhramöbe an anderen Stellen als im Darme hervorruft, ist der wichtigsten, dem Leberabszeß, ein besonderes Kapitel gewidmet.

Das in erster Linie für den praktischen Arzt in den warmen Ländern bestimmte Buch wird auch dem Forscher, der sich schnell in praktischen Fragen Rat holen will, ein willkommenes Nachschlagewerk sein.

E. Reichenow.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

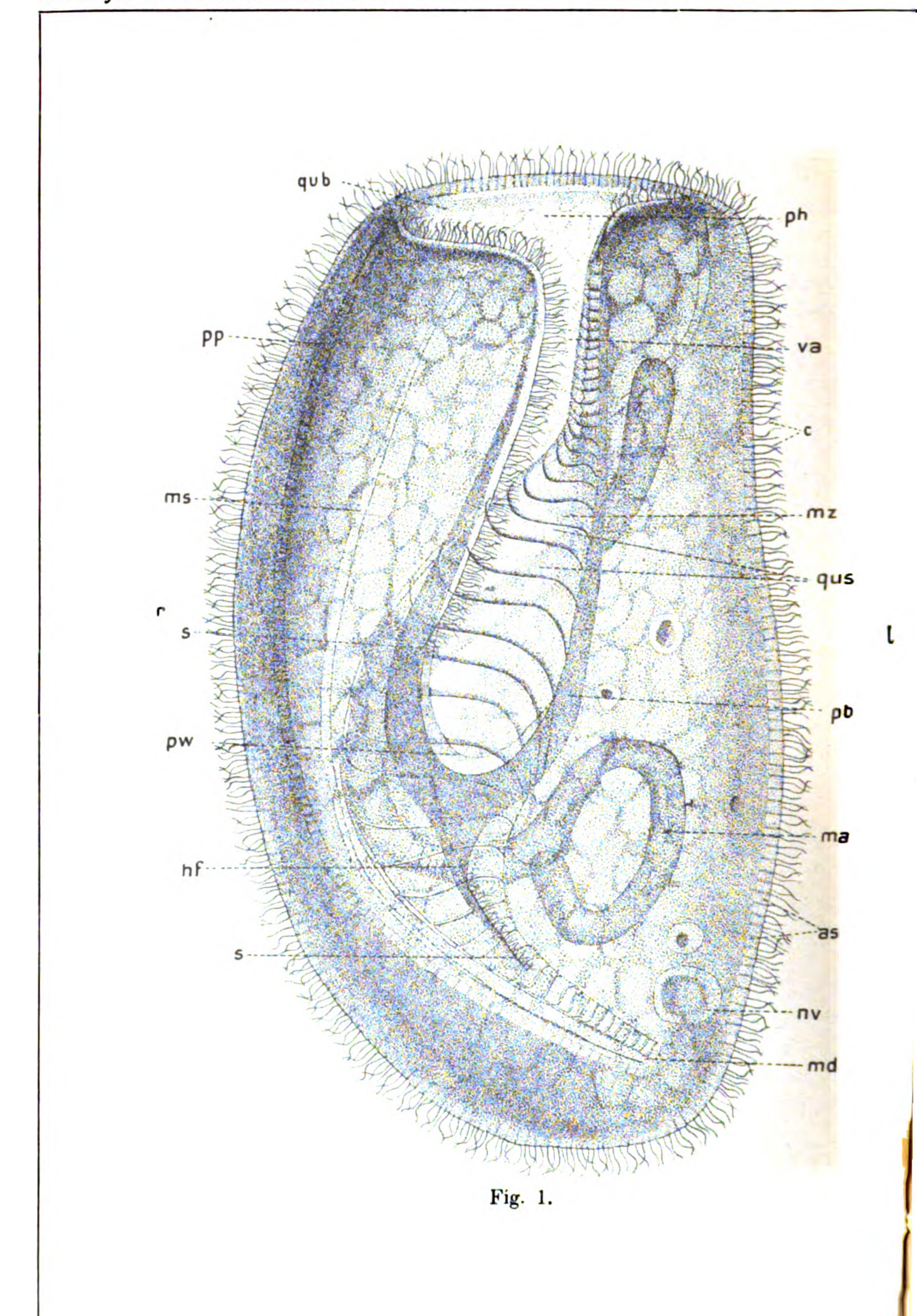


Fig. 1.

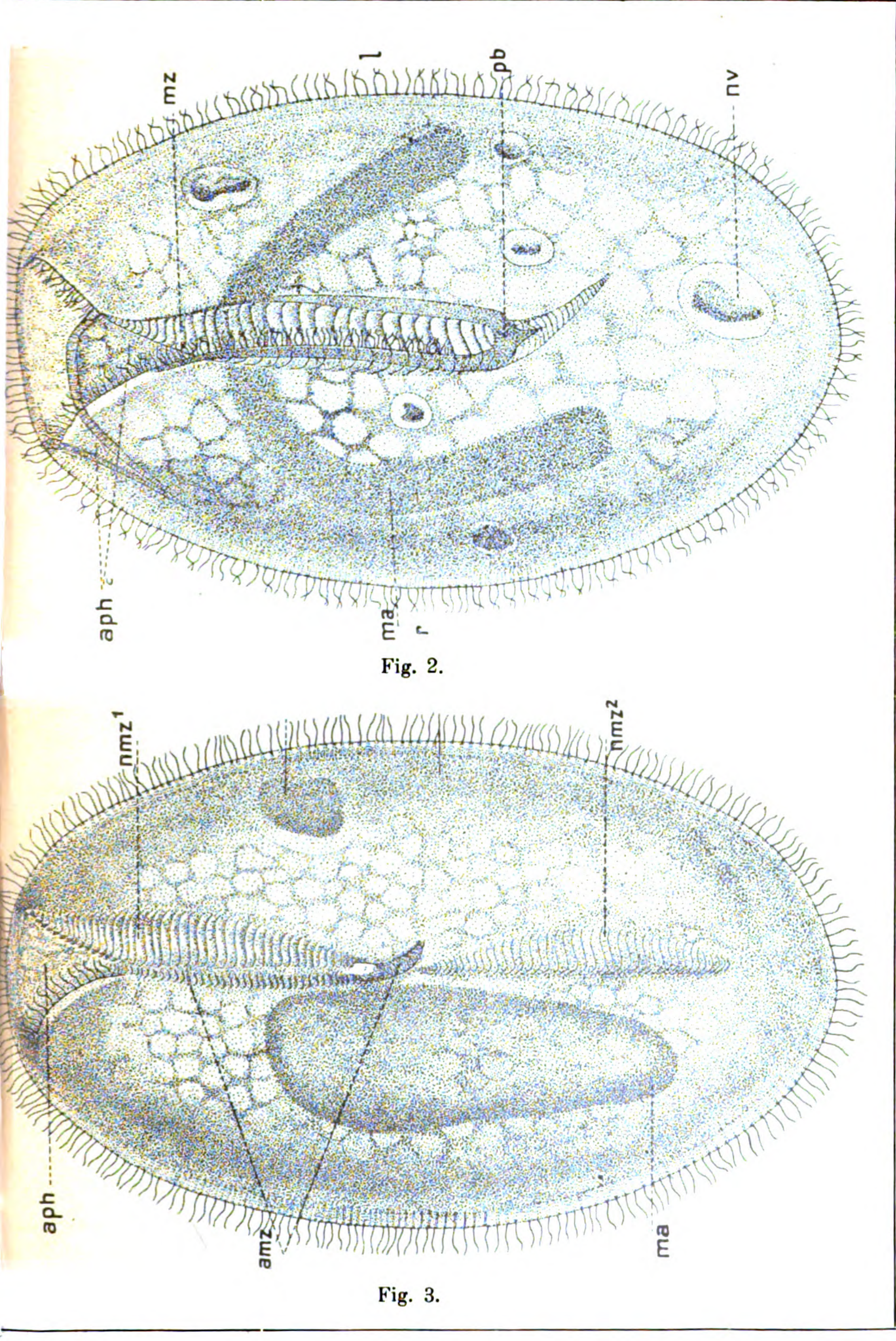


Fig. 2.

Fig. 3.

cher in Jena.

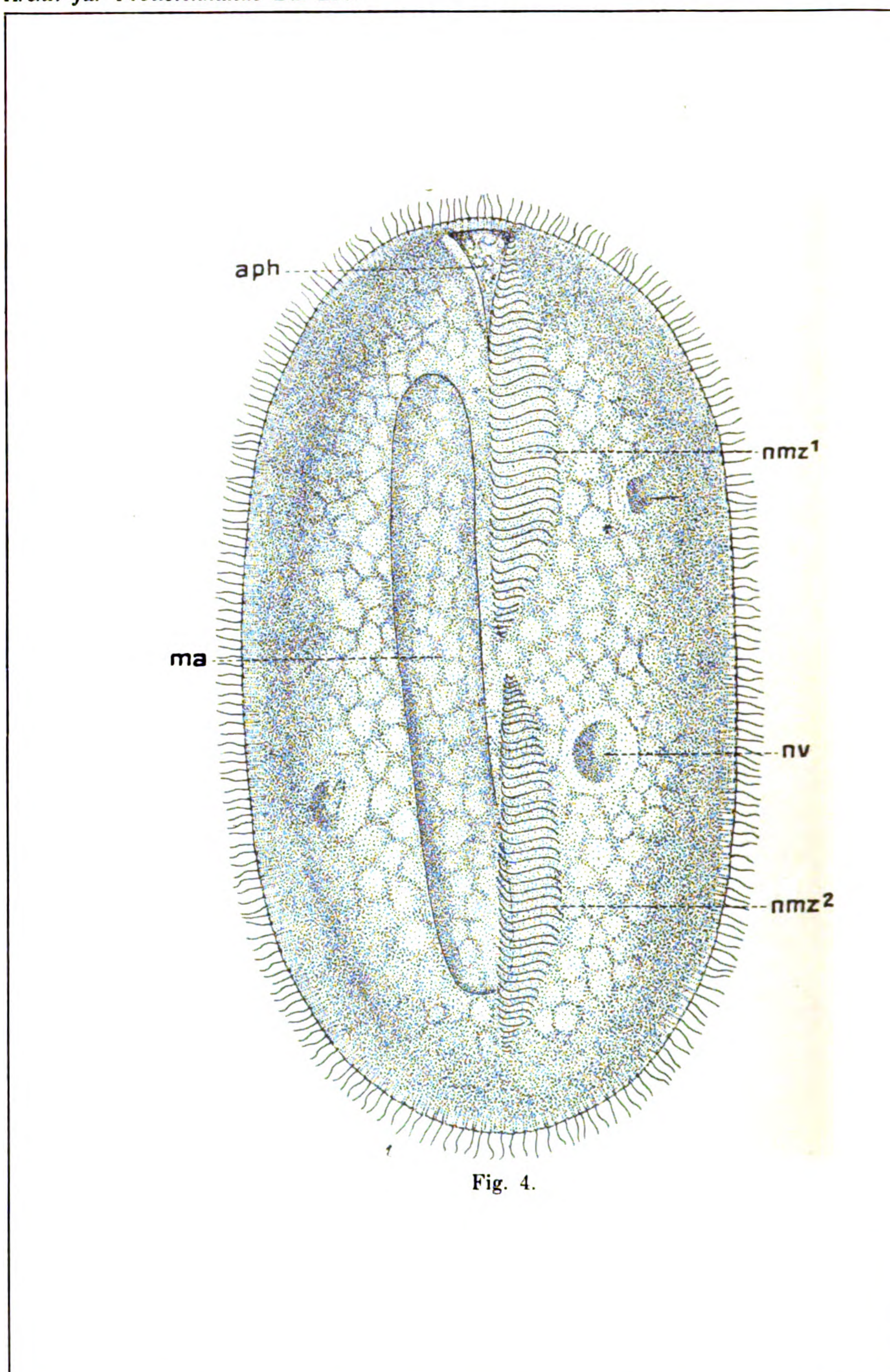


Fig. 4.

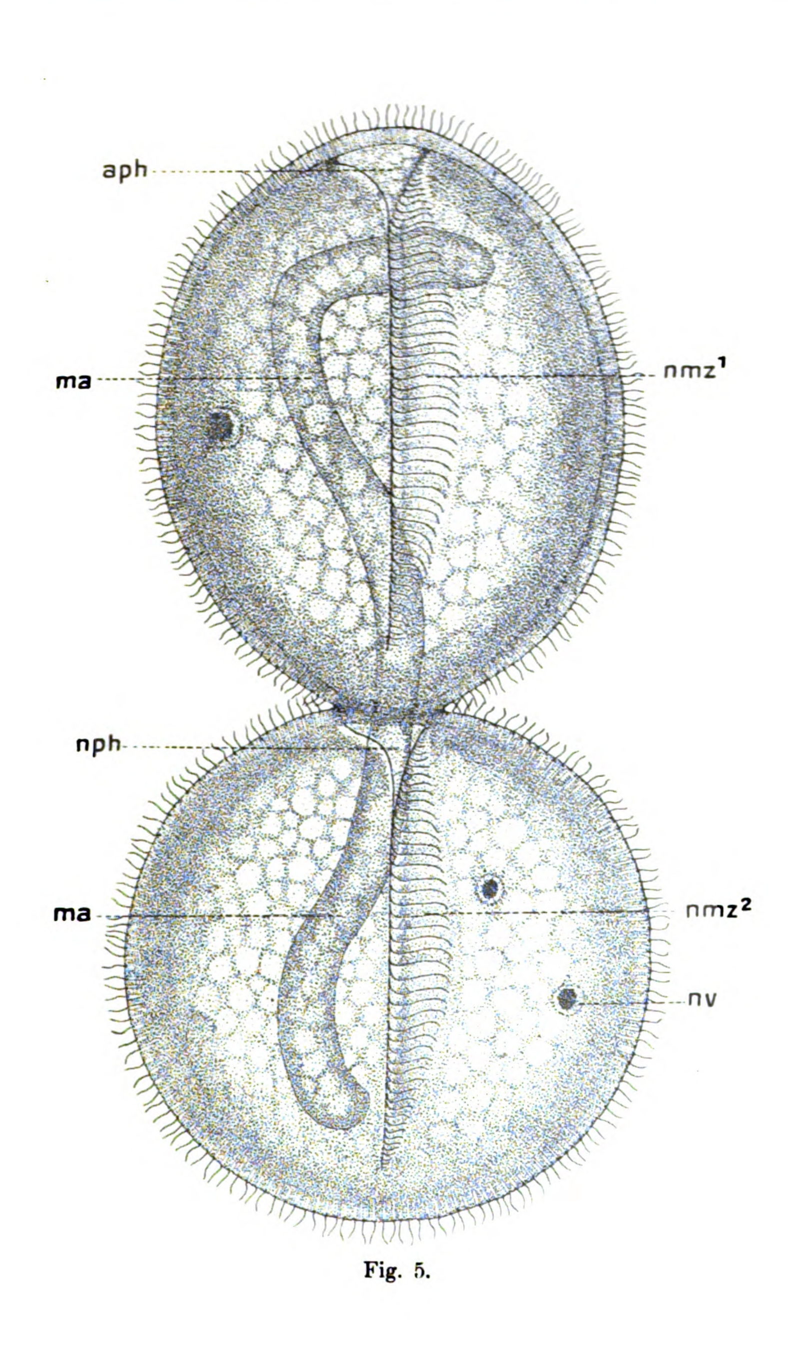


Fig. 5.

her in Jena.

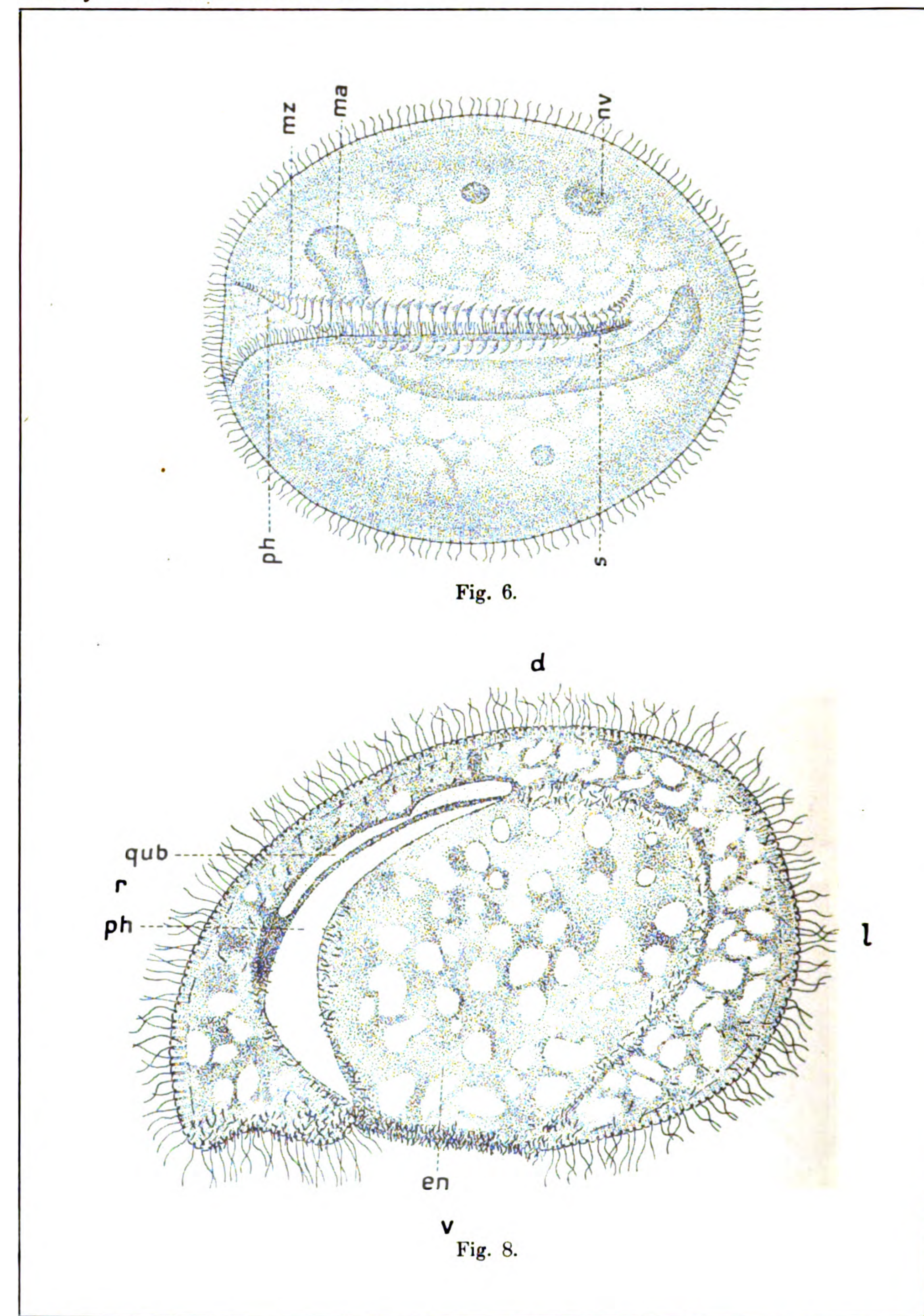
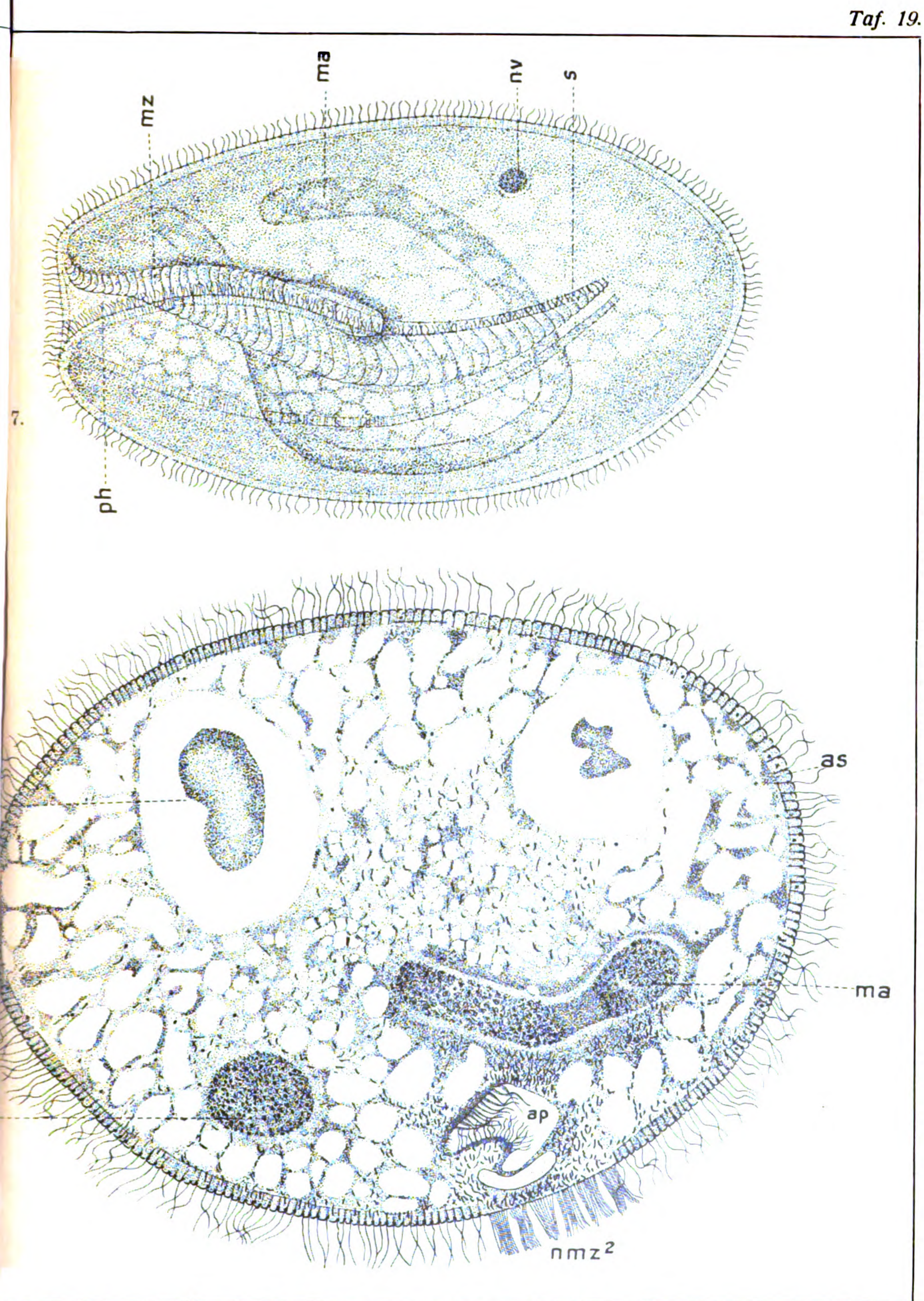


Fig. 6.

Fig. 8.



cher in Jena.

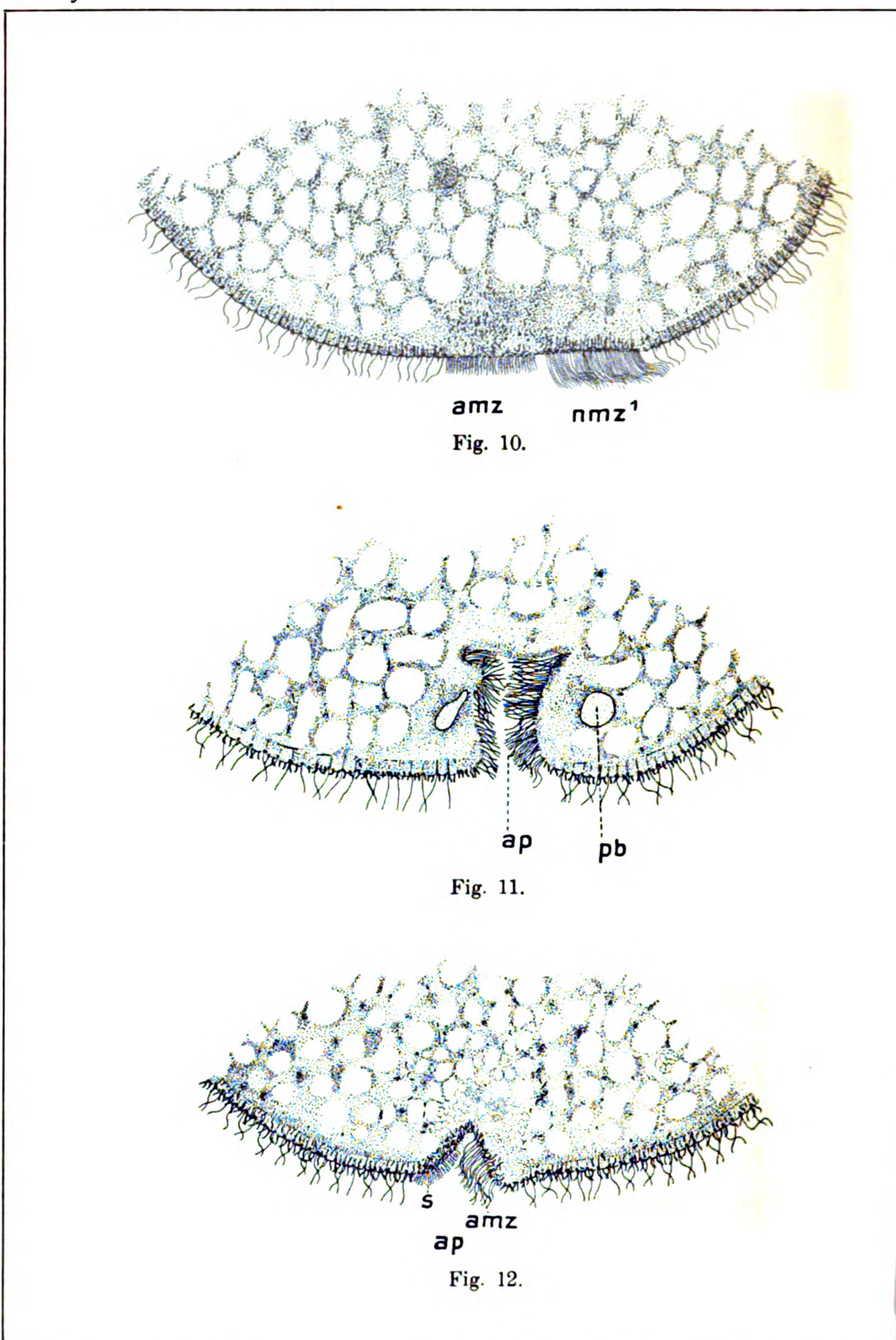


Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

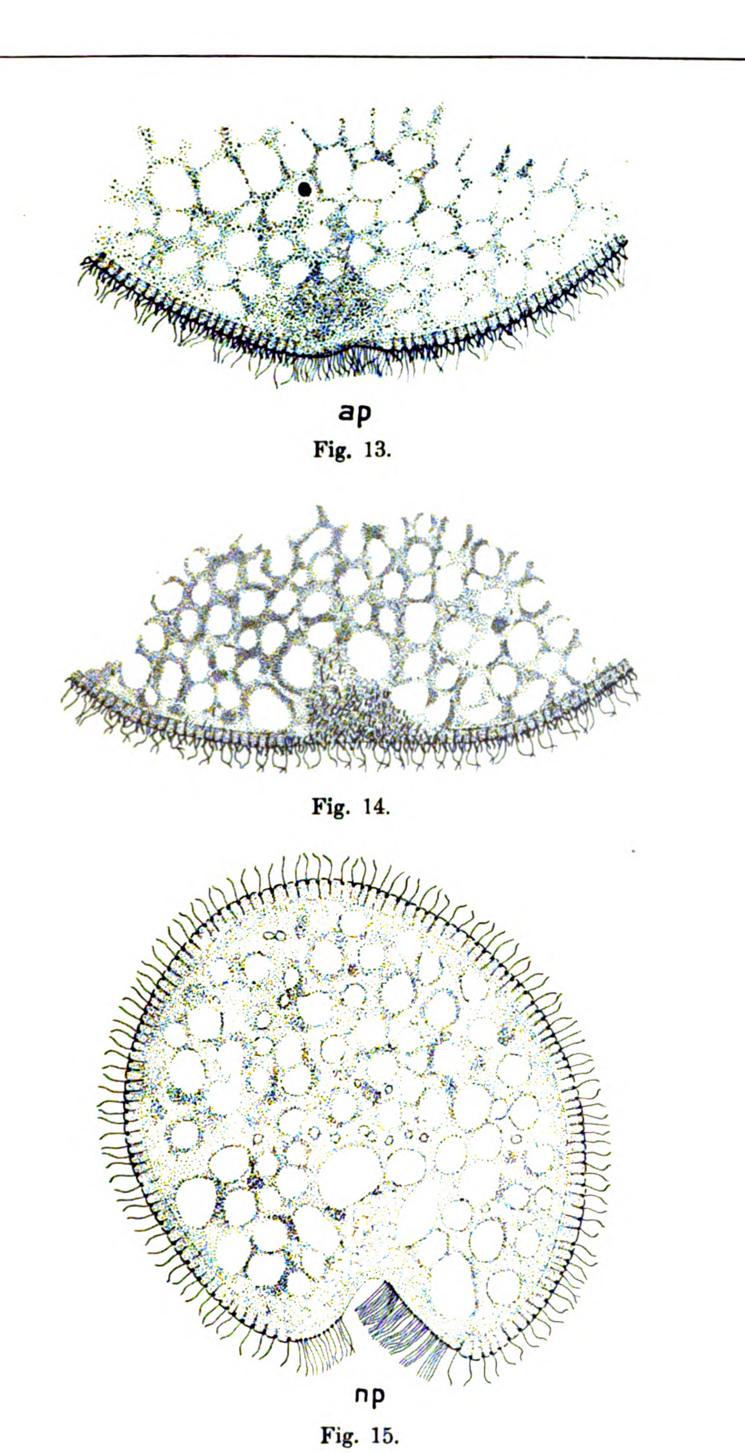


Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

.er in Jena.

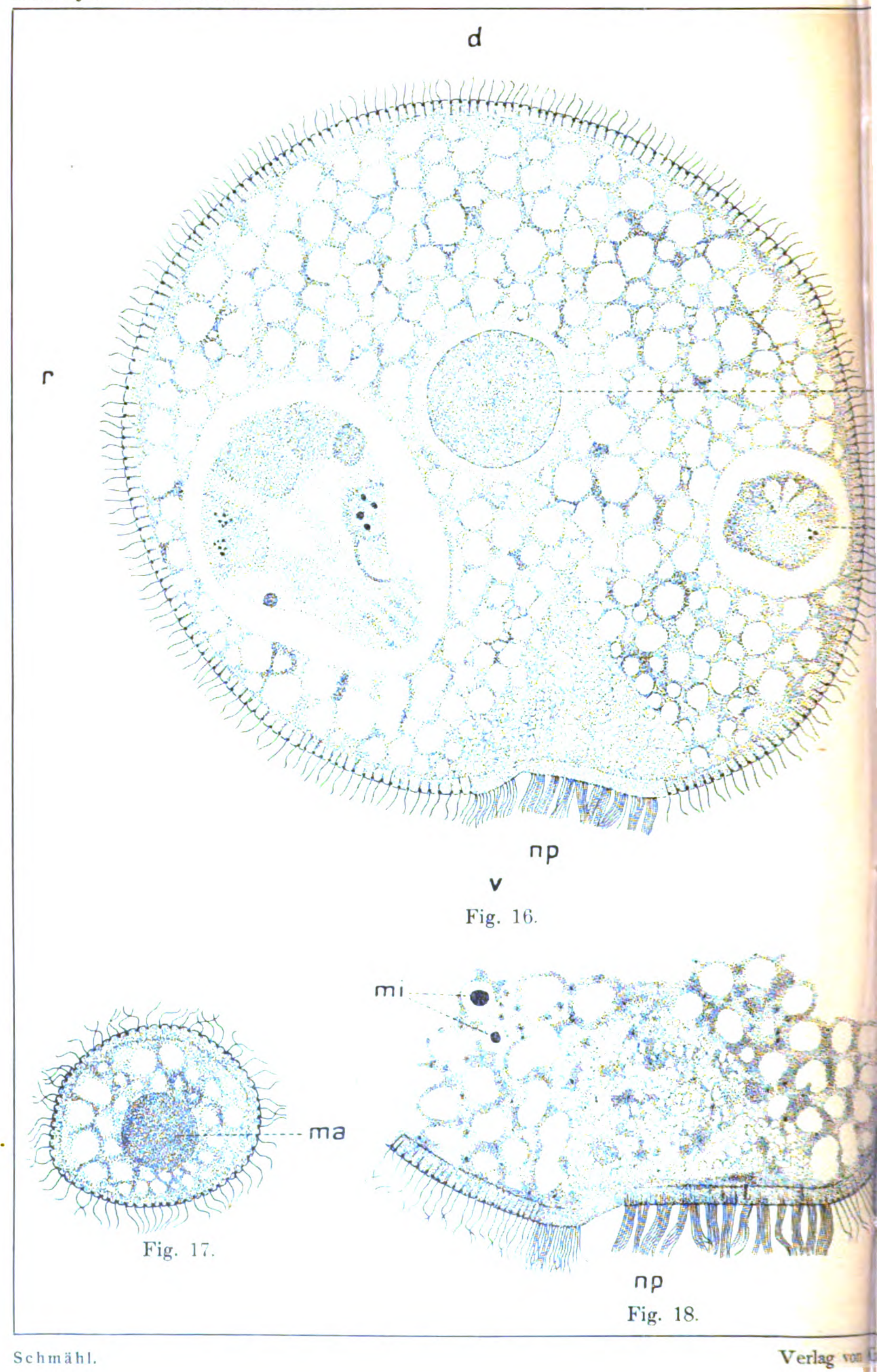


Fig. 16.

Fig. 17.

Fig. 18.

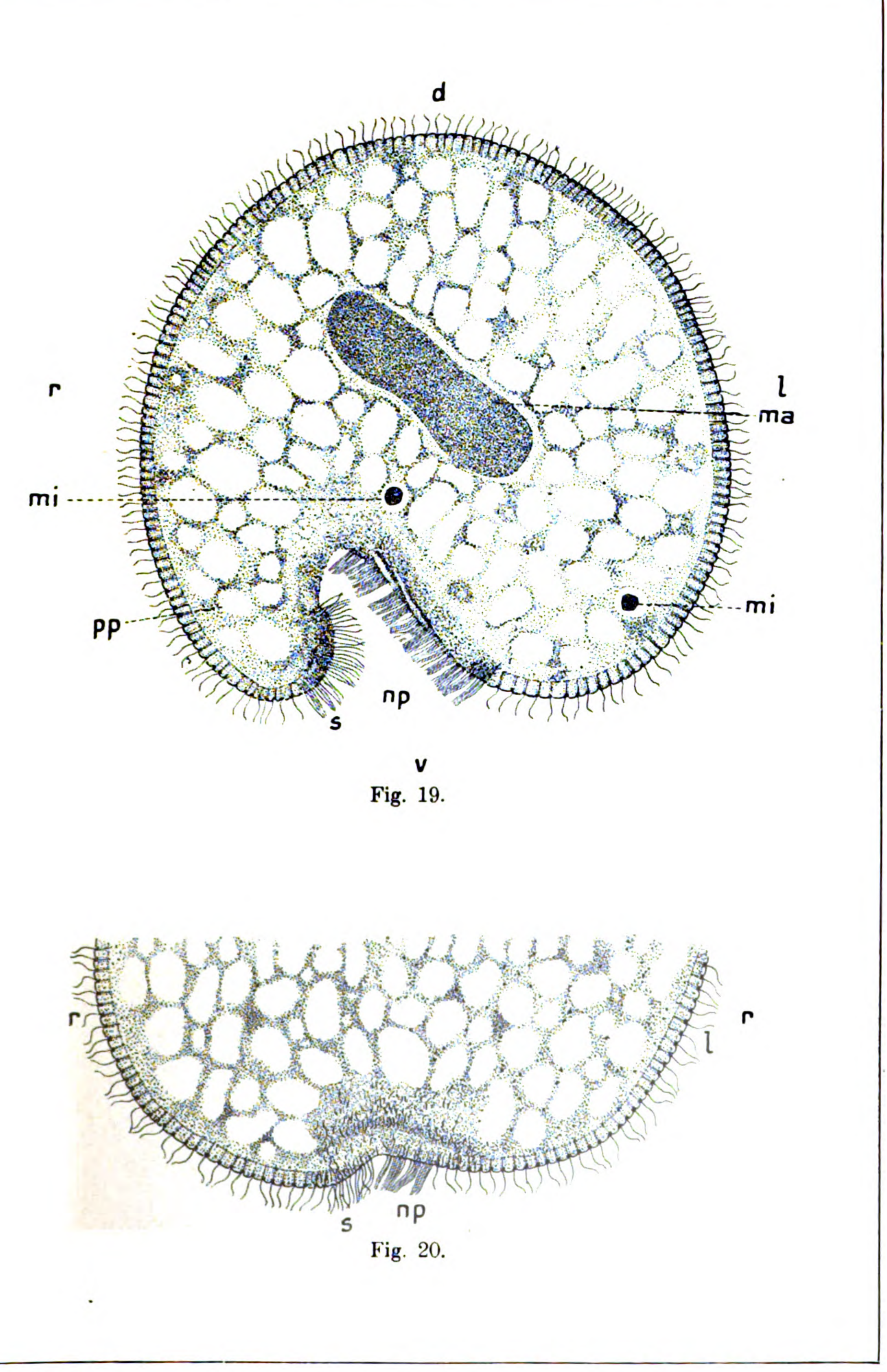


Fig. 19.

Fig. 20.

cher in Jena.

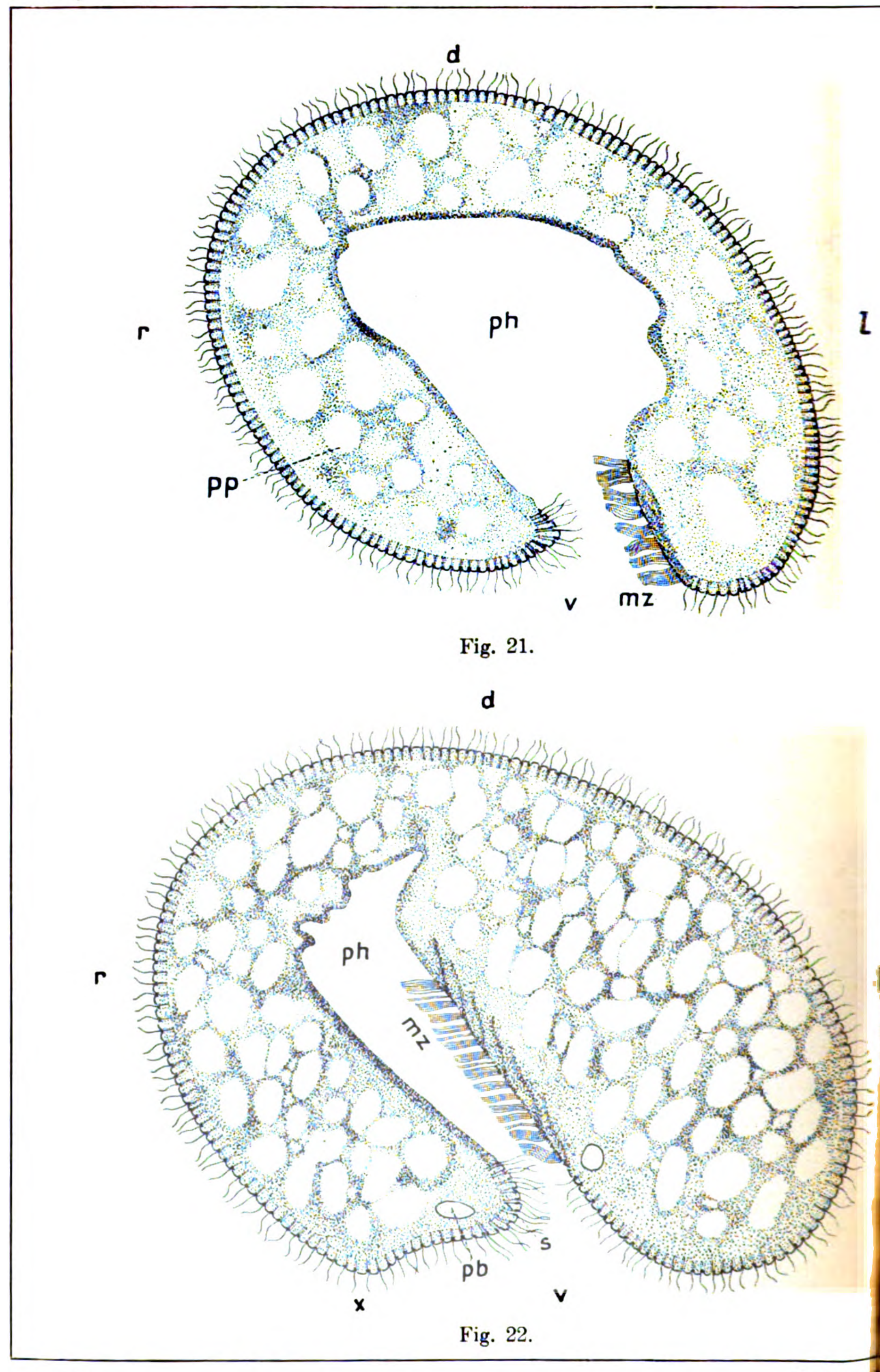


Fig. 21.

Fig. 22.

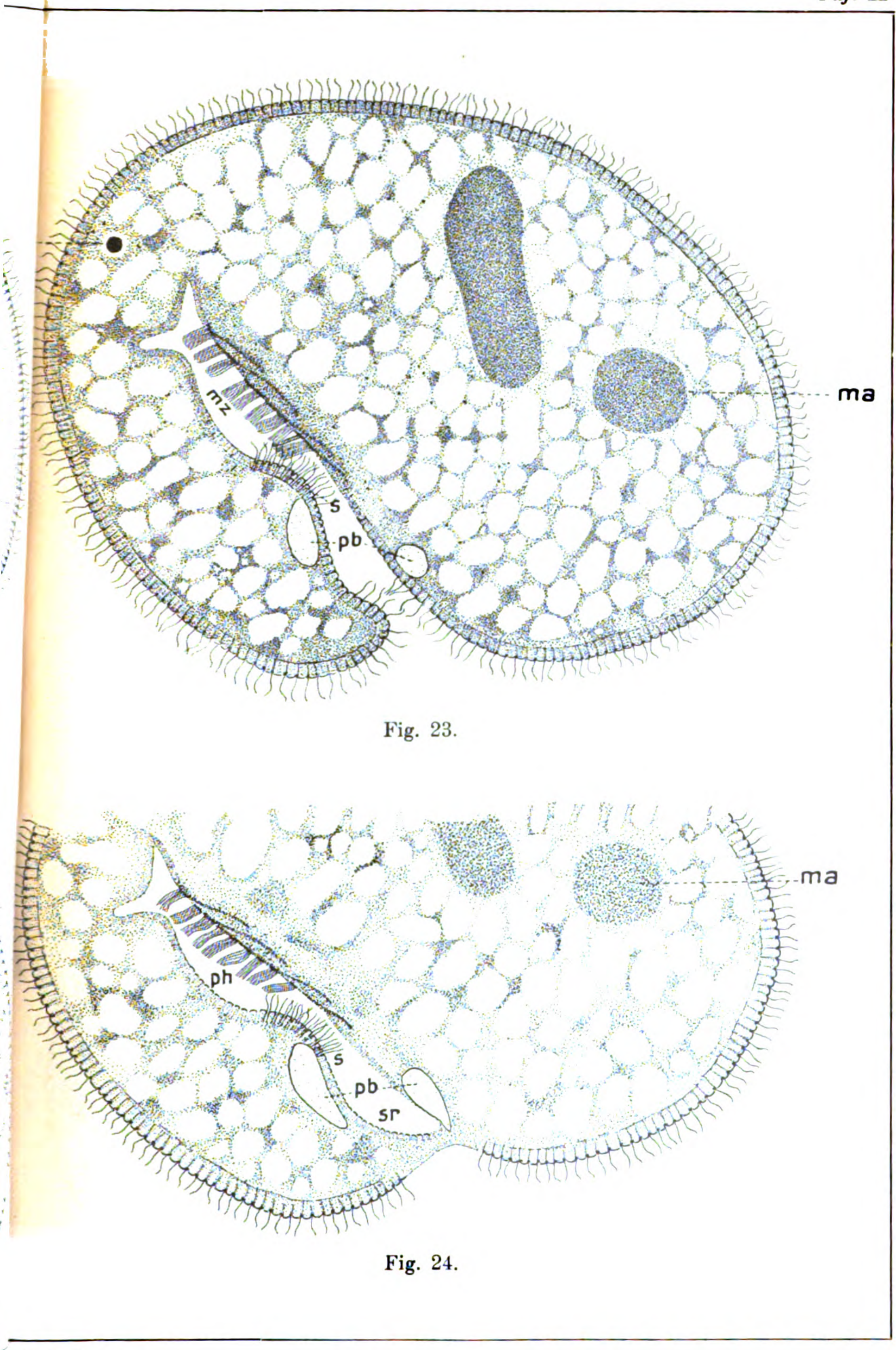


Fig. 23.

Fig. 24.

her in Jena.

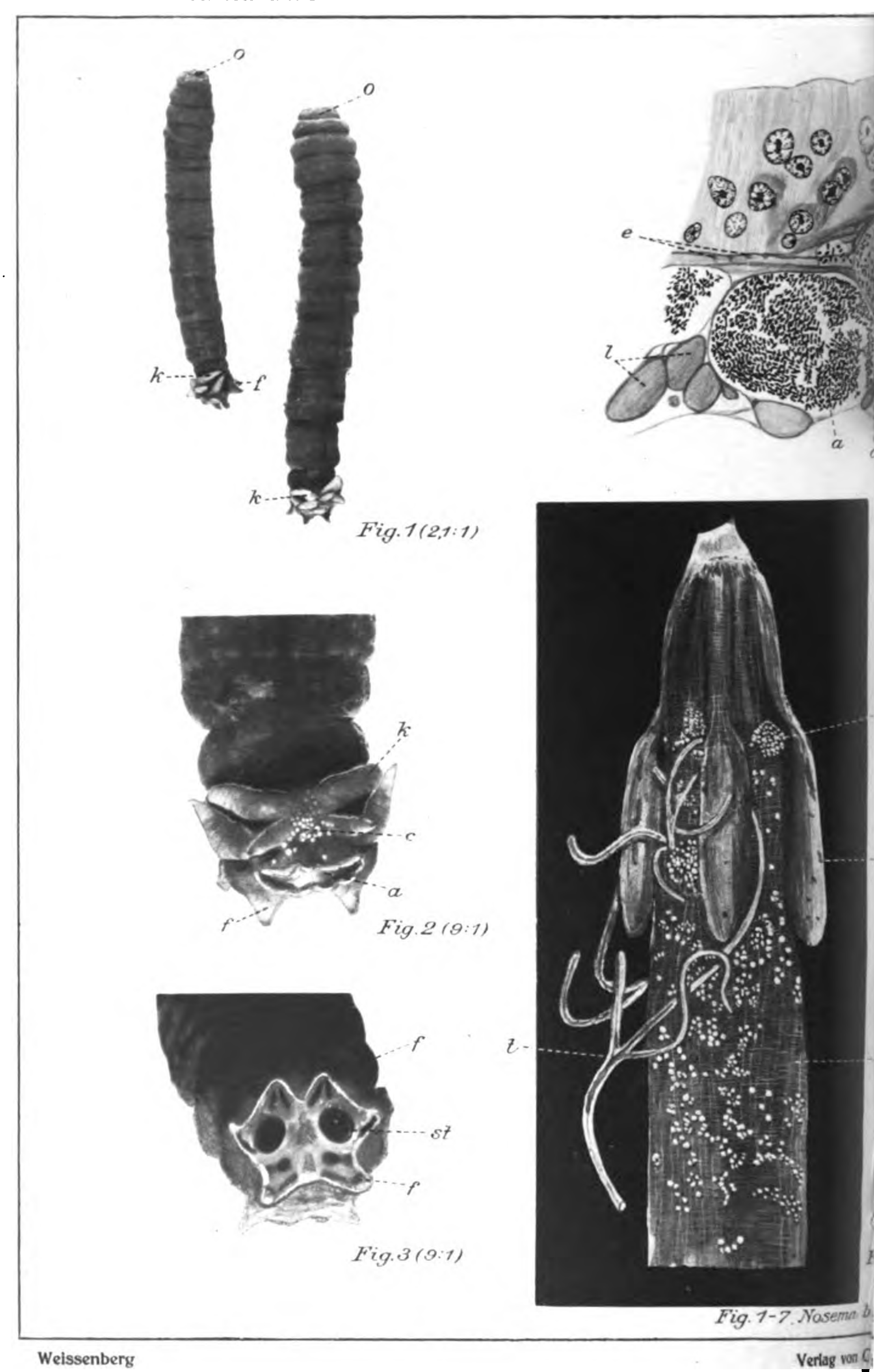


Fig. 1 (2,1:1)

Fig. 2 (9:1)

Fig. 3 (9:1)

Fig. 1-7. Nosema b

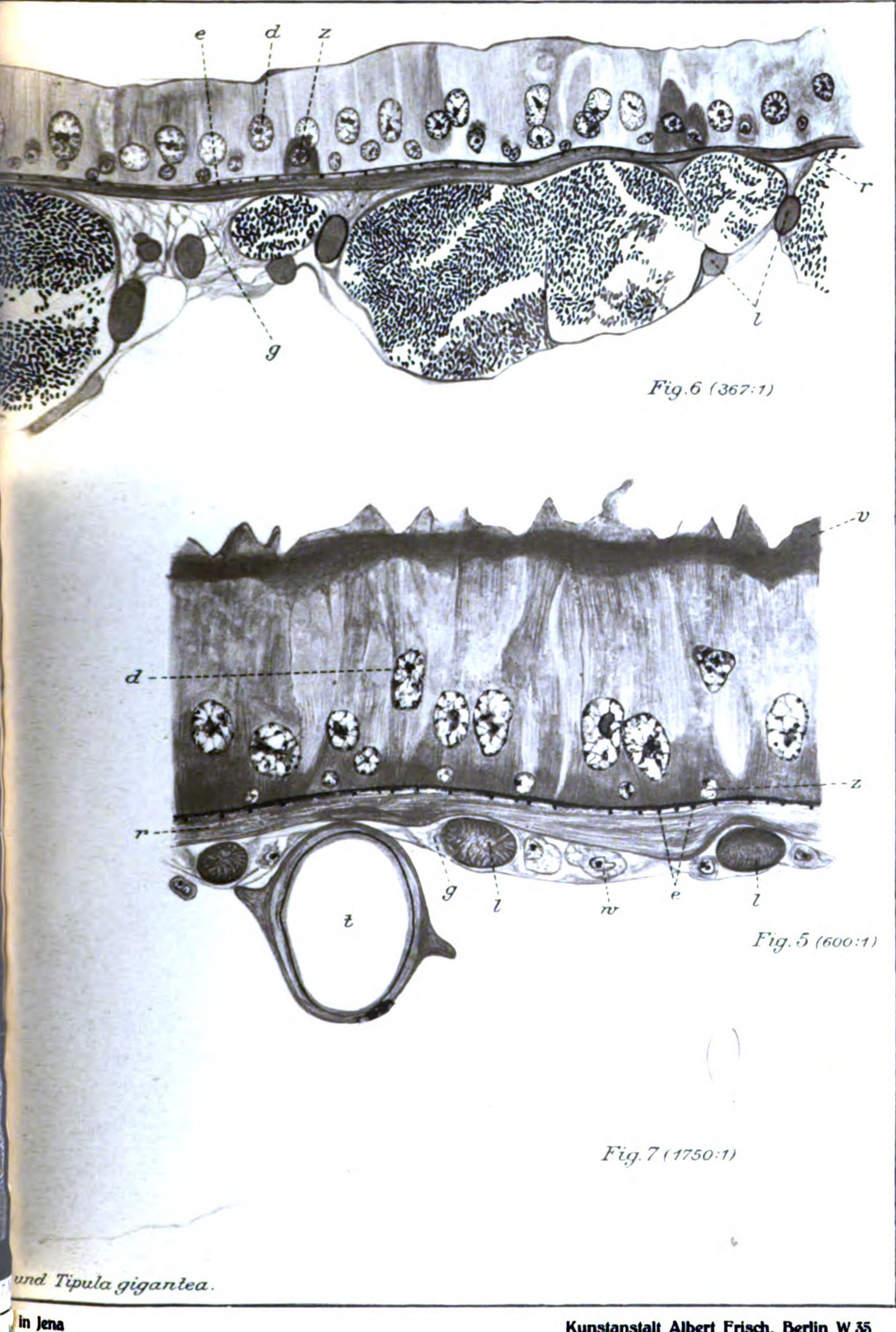


Fig. 6 (367:1)

Fig. 5 (600:1)

Fig. 7 (1750:1)

und Tipula gigantea.

in Jena

Kunstanstalt Albert Frisch, Berlin W 35

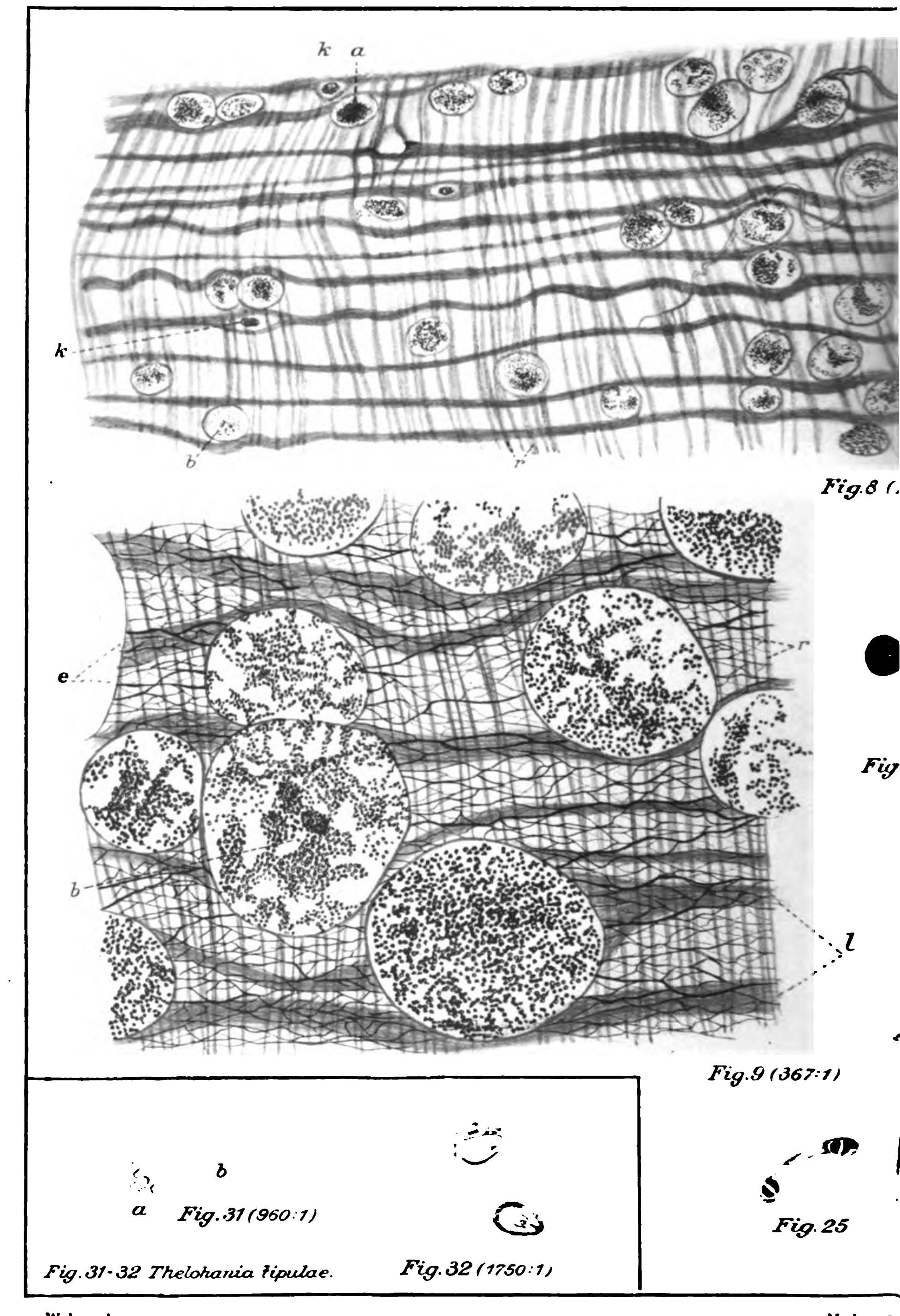


Fig. 8 (

Fig

Fig. 9 (367:1)

Fig. 31 (960:1)

Fig. 32 (1750:1)

Fig. 25

Fig. 31-32 Thelohania tipulae.

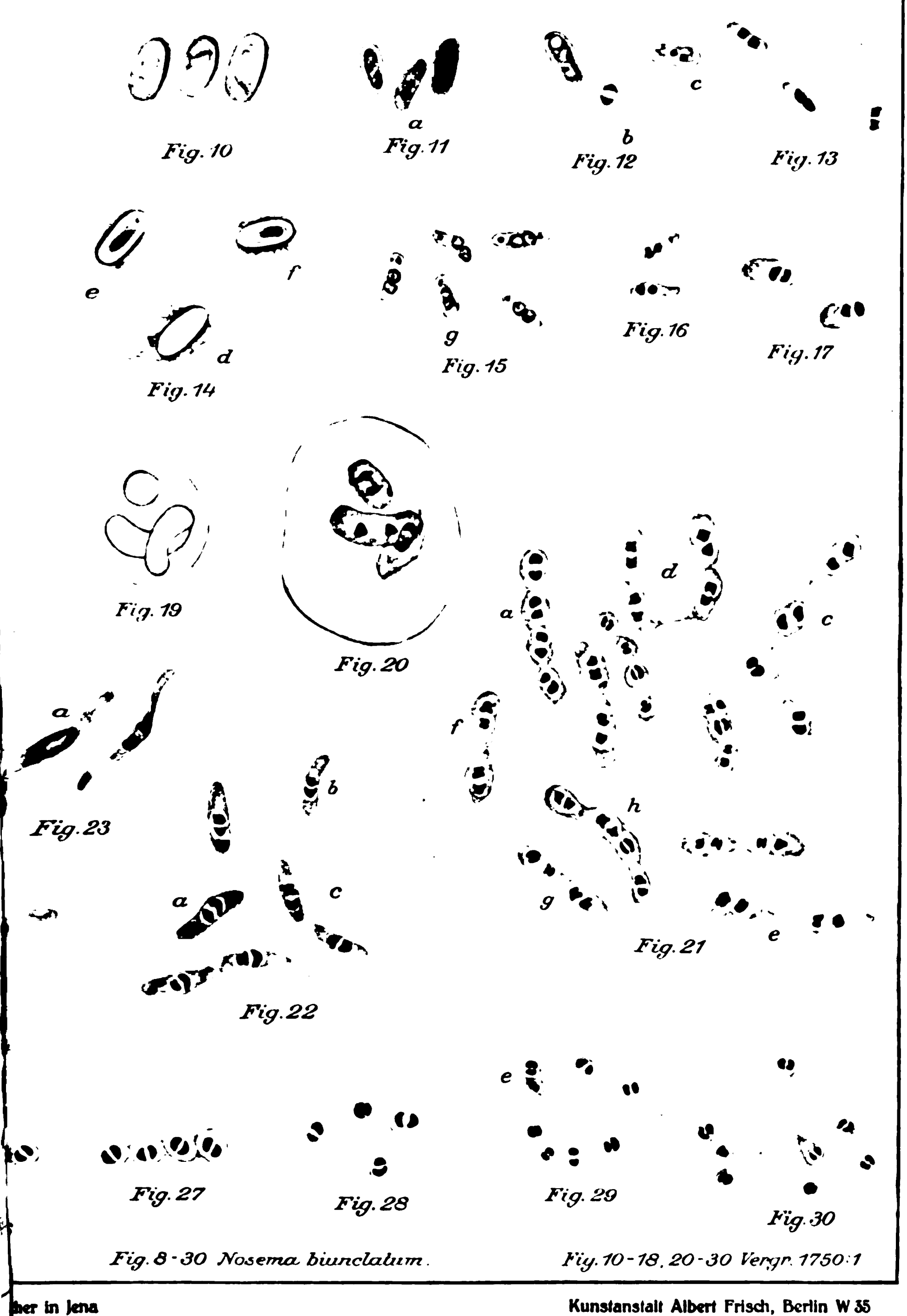


Fig. 8-30 *Nosema bunclatum*.　　Fig. 10-18, 20-30 Vergr. 1750:1

…her in Jena　　Kunstanstalt Albert Frisch, Berlin W 35

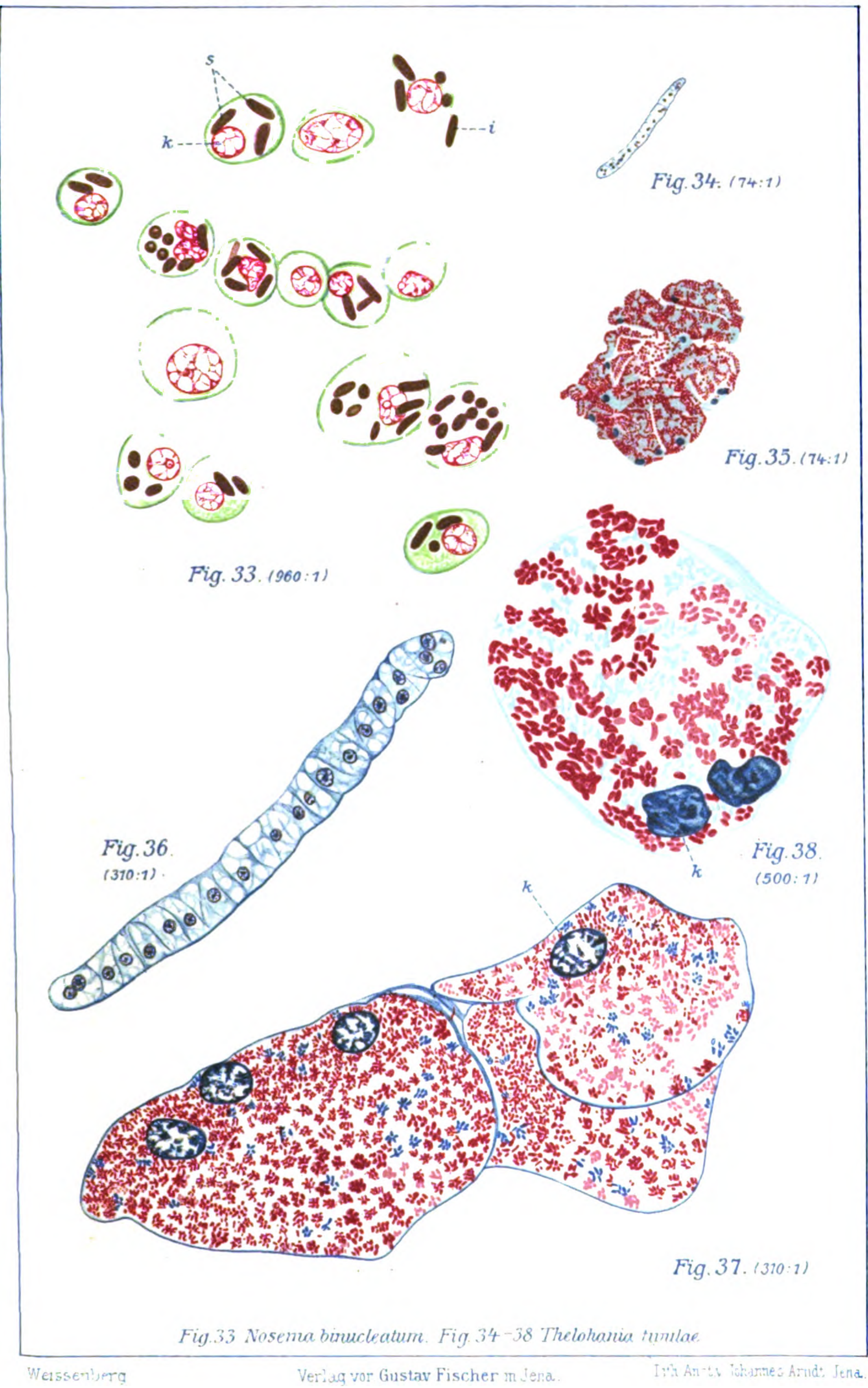
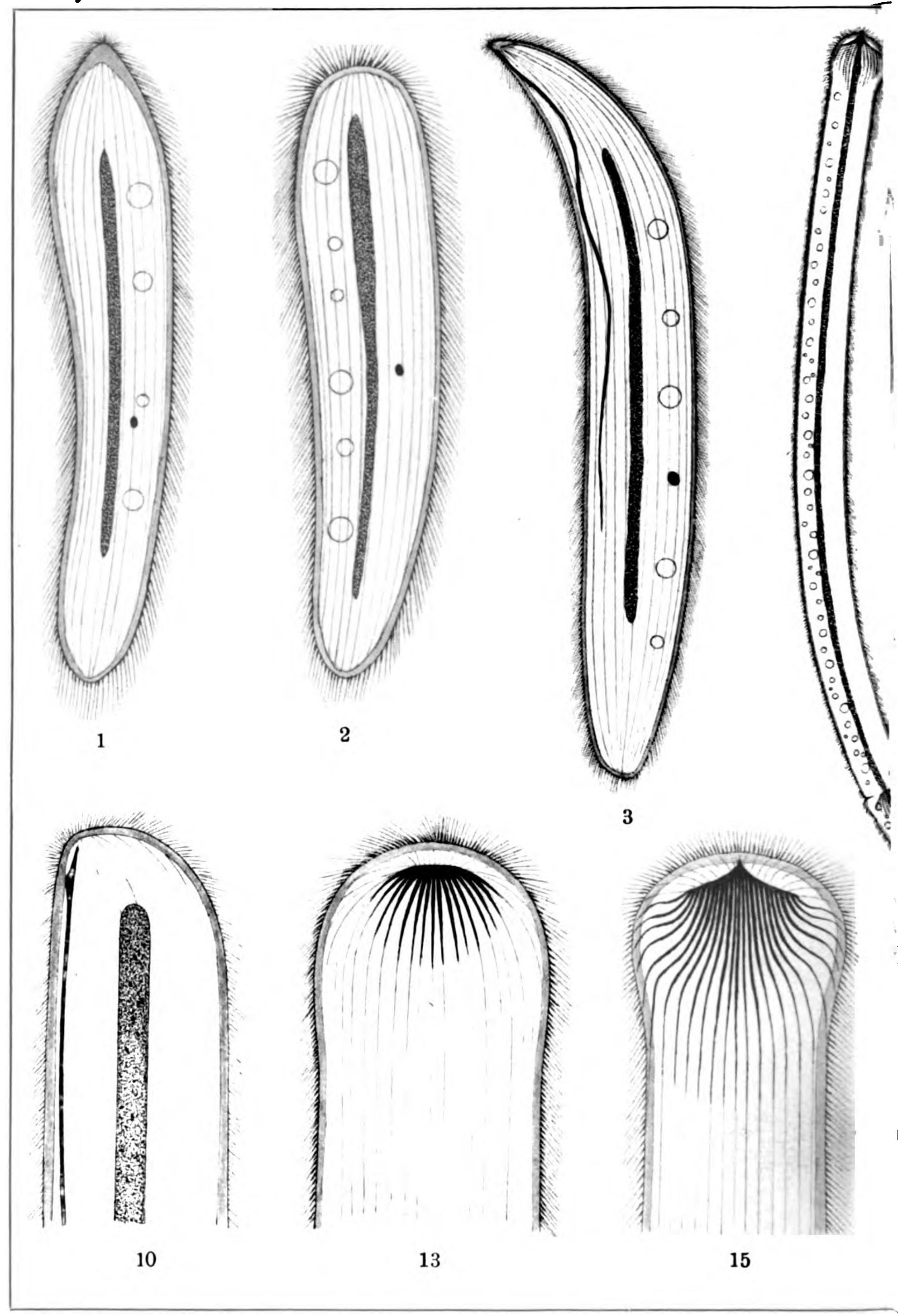


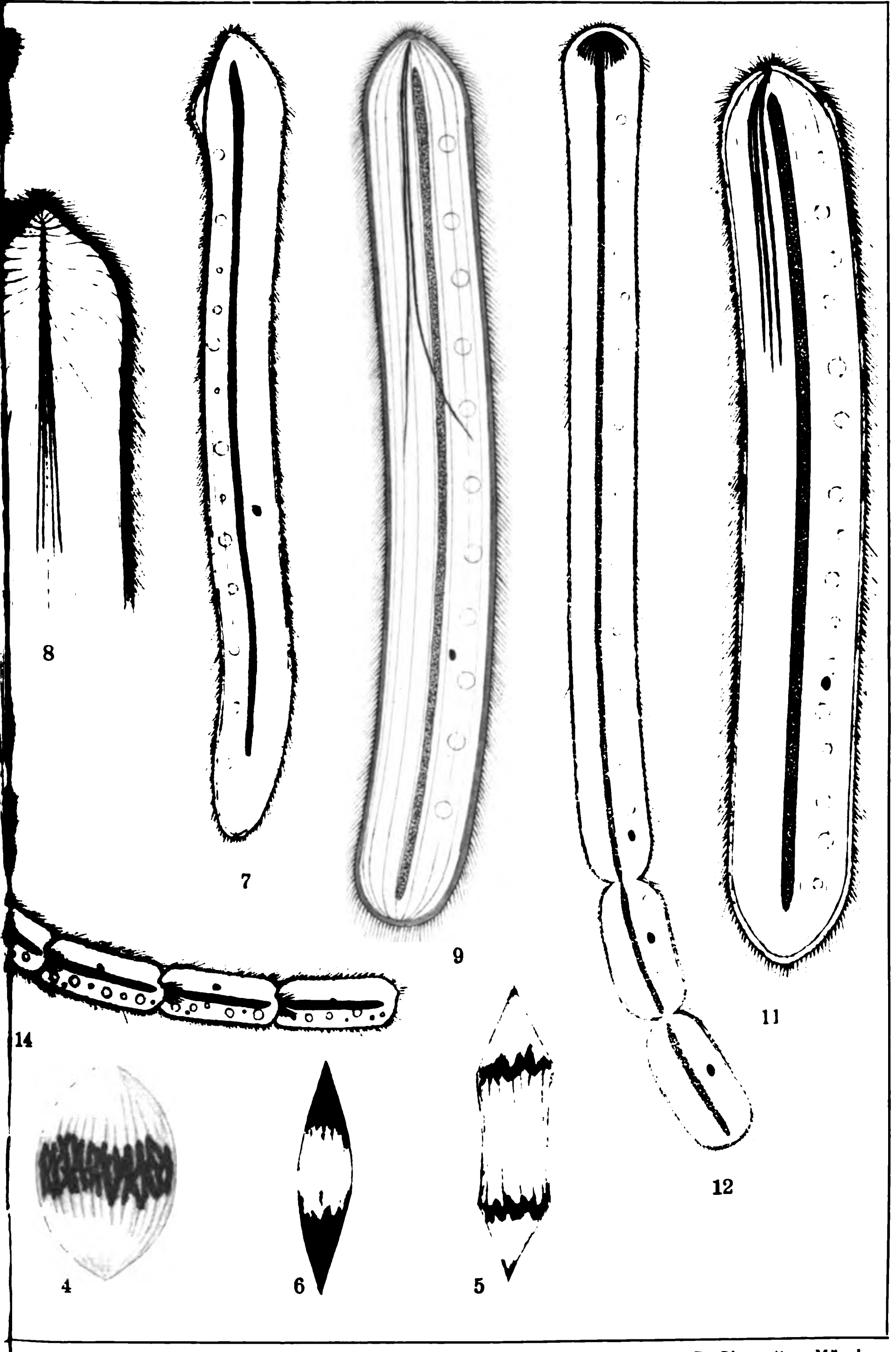
Fig. 33 Nosema binucleatum. Fig. 34–38 Thelohania tipulae.

Weissenberg Verlag von Gustav Fischer in Jena. Lith. Anst. v. Johannes Arndt, Jena.



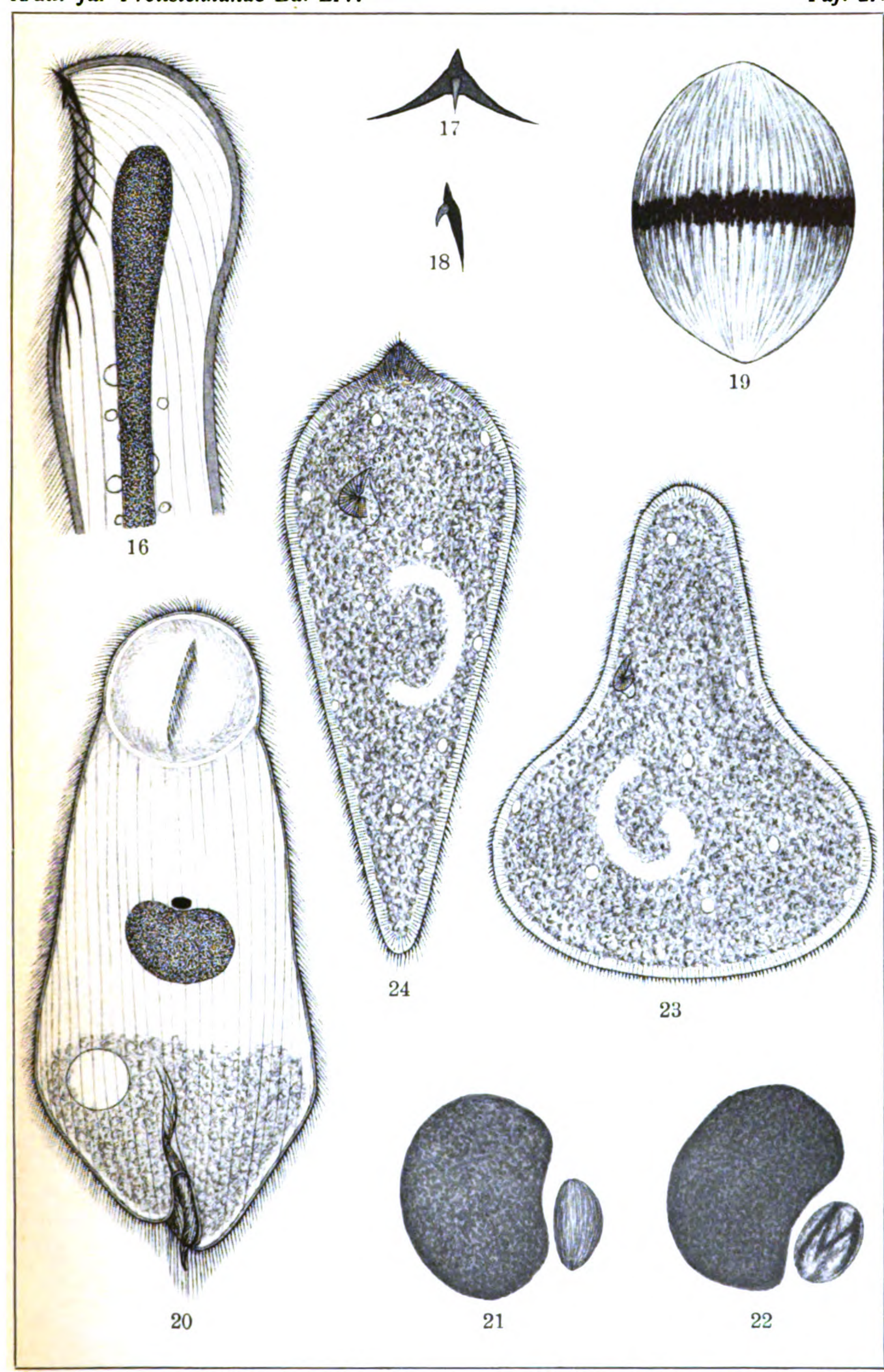
Rossolimo.

Verlag von Gu



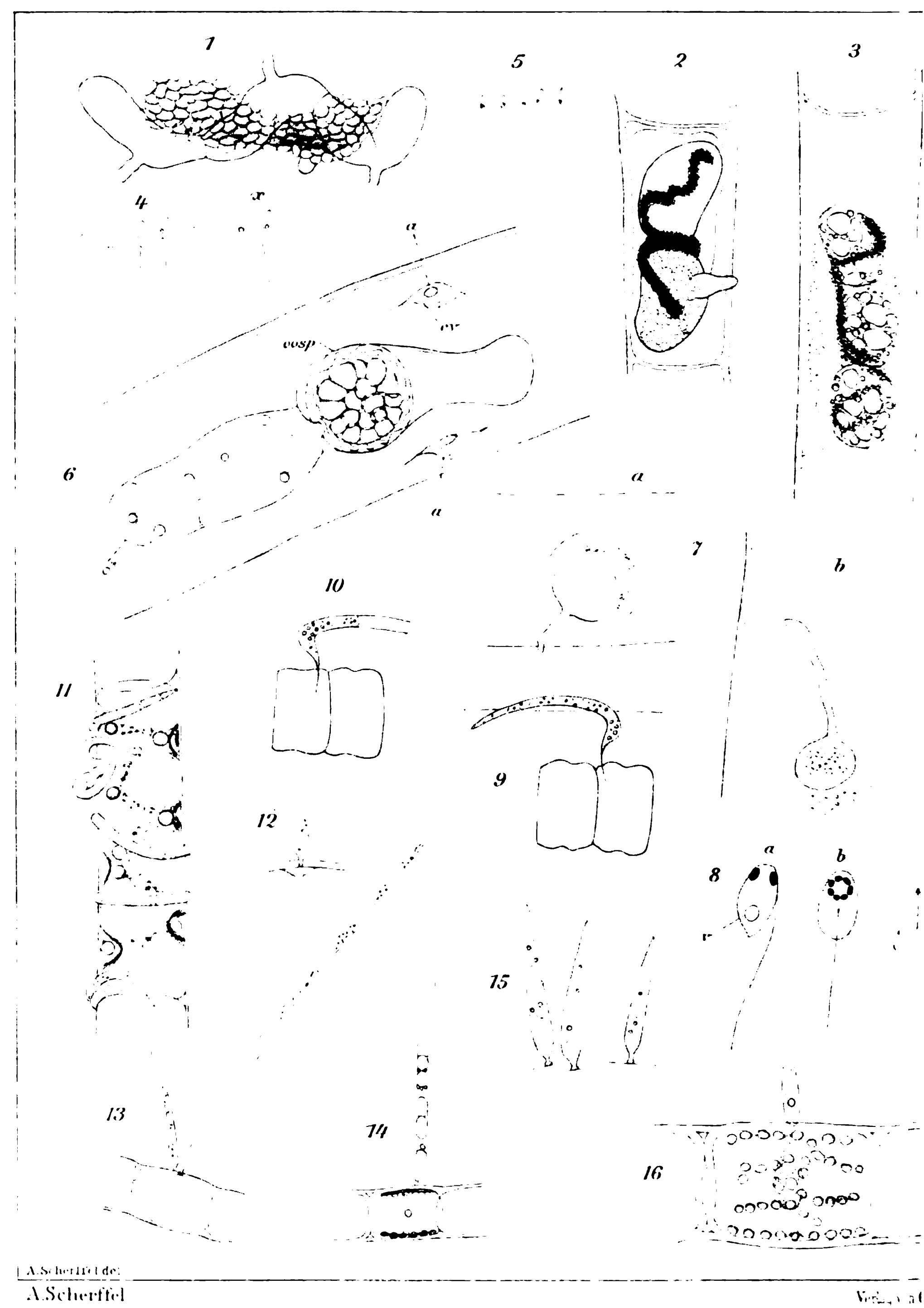
Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.

...er in Jena.



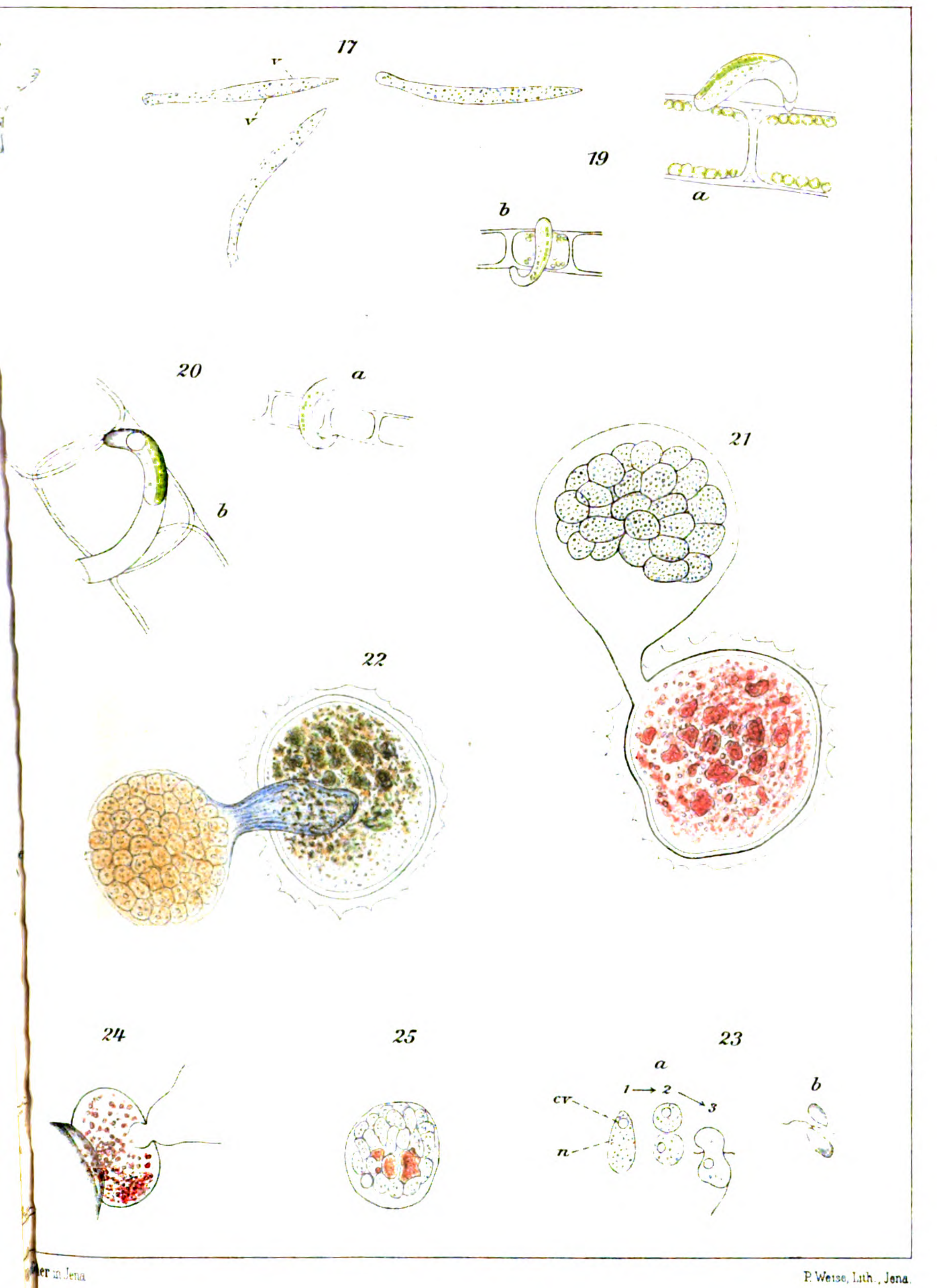
Rossolimo.

Lichtdruck von J. B. Obernetter, München.
Verlag von Gustav Fischer in Jena.



A. Scherffel del.

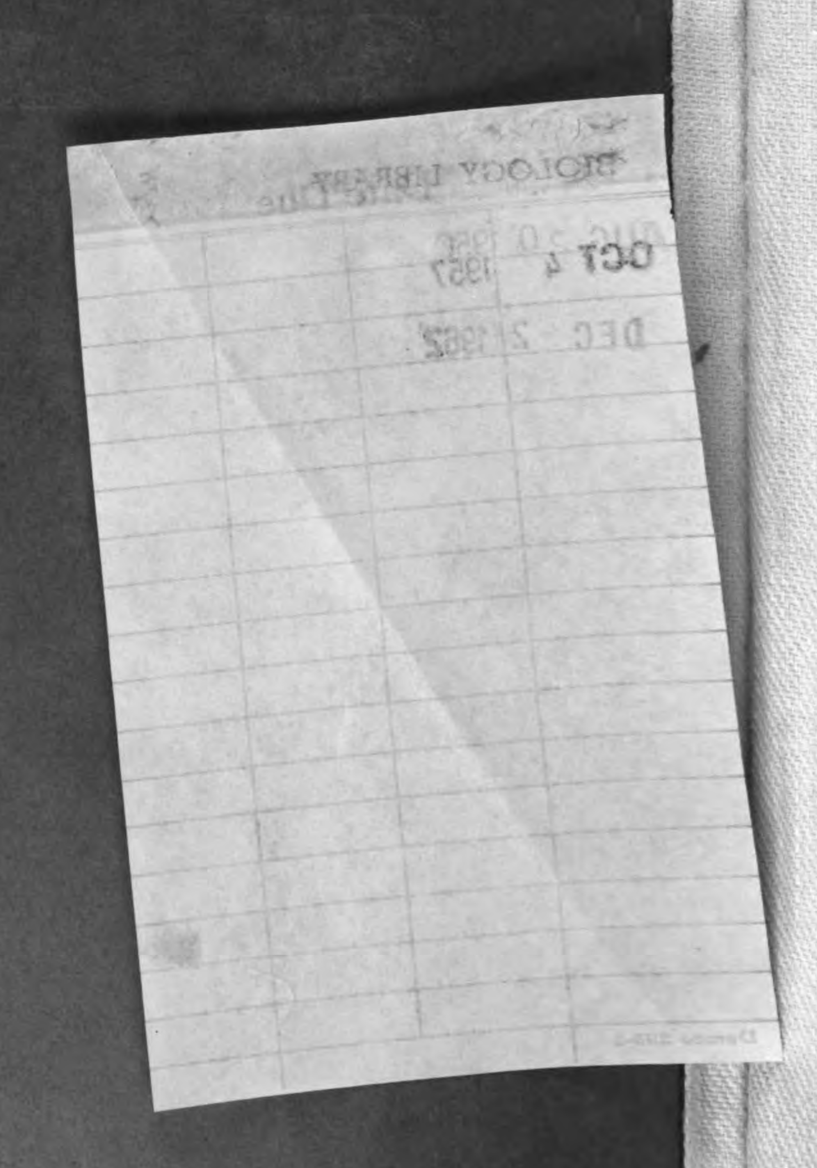
A. Scherffel



...er in Jena

P. Weise, Lith., Jena.


Digitized by Google



ARCHIV FUR PROTISTEN-
KUNDE


ALF Collections Vault
3 0000 096 826 163